

日 本 国 特 許 庁 2 of 2
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 8 月 8 日
Date of Application:

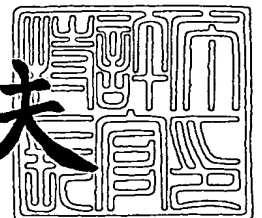
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 2 9 0 6 4 3
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 2 9 0 6 4 3]

出 願 人 セイコーエプソン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 9 月 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 J0100357
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 B41J 2/16
【発明者】
 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 【氏名】 高島 永光
【発明者】
 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 【氏名】 紅林 昭治
【発明者】
 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 【氏名】 羽毛田 和重
【発明者】
 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 【氏名】 上杉 良治
【発明者】
 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 【氏名】 赤羽 富士男
【特許出願人】
 【識別番号】 000002369
 【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100095728
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 上柳 雅誉
 【連絡先】 0 2 6 6 - 5 2 - 3 5 2 8
【選任した代理人】
 【識別番号】 100107076
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 藤網 英吉
【選任した代理人】
 【識別番号】 100107261
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 須澤 修
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2002-243483
 【出願日】 平成14年 8月23日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 013044
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0109826

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

圧力発生室となる溝状窪部が隔壁部を介して上記溝状窪部の幅方向に列設されると共に、各溝状窪部の一端に板厚方向に貫通する連通口を形成した鍛造加工によるニッケル製の圧力発生室形成板と、上記連通口と対応する位置にノズル開口を穿設した金属製のノズルプレートと、溝状窪部の開口面を封止する封止板とを備え、圧力発生室形成板における溝状窪部側に封止板を、反対側にノズルプレートをそれぞれ接合してなる流路ユニットを備えた液体噴射ヘッドであって、上記ニッケルの結晶粒の粒径が上記隔壁部の厚さの 6 0 % 以下であることを特徴とする液体噴射ヘッド。

【請求項 2】

上記隔壁部の厚さは、 $20 \sim 50 \mu\text{m}$ である請求項 1 記載の液体噴射ヘッド。

【請求項 3】

上記結晶粒の粒径は、 $5 \mu\text{m}$ 以上 $25 \mu\text{m}$ 未満である請求項 1 または 2 記載の液体噴射ヘッド。

【請求項 4】

上記ニッケルは、ビッカース硬度が $Hv 150$ 以上 $Hv 190$ 未満である請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項 5】

上記ニッケルは、伸びが 5 % 超 2 0 % 未満である請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項 6】

上記圧力発生室形成板は、上記ニッケルの圧延材を鍛造加工することにより形成されている請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項 7】

上記隔壁部の厚さ T に対する隔壁部の高さ H の比 H/T は、 $1.0 \sim 2.1$ である請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項 8】

上記隔壁部の厚さ T に対する上記溝状窪部の幅 W の比 W/T は、 $2.0 \sim 5.0$ である請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項 9】

上記隔壁部の厚さ T に対する上記溝状窪部の深さ D の比 D/T は、 $2.0 \sim 4.5$ である請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項 10】

上記溝状窪部の底面は溝状窪部の長手方向に延びる V 字状の形状とされ、この V 字部分の内角は $45 \sim 110$ 度である請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項 11】

上記溝状窪部のピッチ寸法は、 0.3 mm 以下である請求項 1 ～ 10 のいずれか一項に記載の液体噴射ヘッド。

【請求項 12】

圧力発生室となる溝状窪部が隔壁部を介して上記溝状窪部の幅方向に列設されると共に、各溝状窪部の一端に板厚方向に貫通する連通口を形成した鍛造加工によるニッケル製の圧力発生室形成板と、上記連通口と対応する位置にノズル開口を穿設した金属製のノズルプレートと、溝状窪部の開口面を封止する封止板とを備え、圧力発生室形成板における溝状窪部側に封止板を、反対側にノズルプレートをそれぞれ接合してなる流路ユニットを備えた液体噴射ヘッドの製造方法であって、請求項 1 ～ 11 のいずれか一項に記載の寸法、形状を備えた溝状窪部を圧力発生室形成板に鍛造加工により成形することを特徴とする液体噴射ヘッドの製造方法。

【書類名】明細書**【発明の名称】液体噴射ヘッドおよびその製造方法****【技術分野】****【0001】**

本発明は、圧力発生室形成板に鍛造加工が施される液体噴射ヘッドおよびその製造方法に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

鍛造加工は種々な製品分野で活用されているが、例えば、液体噴射ヘッドの圧力発生室を金属素材に鍛造で成形することが考えられる。上記液体噴射ヘッドは、加圧された液体をノズル開口から液滴として吐出させるものであり、種々な液体を対象にしたものが知られている。そのなかでも代表的なものとして、インクジェット式記録ヘッドをあげることができる。そこで、従来の技術を上記インクジェット式記録ヘッドを例にとって説明する。

【0003】

インクジェット式記録ヘッド（以下、記録ヘッドと称する。）は、共通インク室から圧力発生室を経てノズル開口に至る一連の流路を、ノズル開口に対応させて複数備えている。そして、小型化の要請から各圧力発生室は、記録密度に対応した細かいピッチで形成する必要がある。このため、隣り合う圧力発生室同士を区画する隔壁部の肉厚は極めて薄くなっている。また、圧力発生室と共通インク室とを連通するインク供給口は、圧力発生室内のインク圧力をインク滴の吐出に効率よく使用するため、その流路幅が圧力発生室よりもさらに絞られている。このような微細形状の圧力発生室及びインク供給口を寸法精度良く作製する観点から、従来の記録ヘッドでは、シリコン基板が好適に用いられている。すなわち、シリコンの異方性エッチングにより結晶面を露出させ、この結晶面で圧力発生室やインク供給口を区画形成している。

【0004】

また、ノズル開口が形成されるノズルプレートは、加工性等の要請から金属板により作製されている。そして、圧力発生室の容積を変化させるためのダイヤフラム部は、弾性板に形成されている。この弾性板は、金属製の支持板上に樹脂フィルムを貼り合わせた二重構造であり、圧力発生室に対応する部分の支持板を除去することで作製されている。

【特許文献1】特開平9-99557号**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

上記圧力発生室をシリコン基板に成形した場合、シリコンと金属との線膨張率の差が大きいため、シリコン基板、ノズルプレート及び弾性板の各部材を貼り合わせるにあたり、比較的低温の下で長時間をかけて接着する必要がある。このため、生産性の向上が図り難く、製造コストが嵩む一因となっていた。このため、塑性加工によって圧力発生室を金属製基板に形成する試みがなされているが、圧力発生室が極めて微細であること、及び、インク供給口の流路幅を圧力発生室よりも狭くする必要があること等から高精度の加工が困難であり、ヘッドの組立精度の向上も図り難いという問題点があった。

【0006】

このような事情の中にあって、圧力発生室を金属の鍛造加工により成形するときには、金属鍛造加工における特有の問題が解決されなければならない。それは、圧力発生室形成板において圧力発生室となる溝状窪部は、隔壁部を介して上記溝状窪部の幅方向に鍛造加工によって列設され、このような構造は非常に微細なものとして所定どおりの寸法精度や形状精度で形成されなければならないことである。そのためには、圧力発生室形成板を形成する金属材料の材料的特質のなかから上記溝状窪部にとって最良の特性値を見極めて、よりすぐれた精密鍛造を行う必要がある。圧力発生室の成形精度が不十分であると、圧力発生室形成板を流路ユニットとして組立てたときの組立て精度等が低下し、極端な場合に

はインク滴の吐出特性に支障を来す恐れがある。

【0007】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、高精度の圧力発生室形成板を鍛造で成形するに当たり、圧力発生室形成板を形成する金属材料の材料的特質のなかから上記溝状窪部にとって最良の特性値を見極めて、よりすぐれた精密鍛造を行うことをその主たる目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するため、本発明の液体噴射ヘッドは、圧力発生室となる溝状窪部が隔壁部を介して上記溝状窪部の幅方向に列設されると共に、各溝状窪部の一端に板厚方向に貫通する連通口を形成した鍛造加工によるニッケル製の圧力発生室形成板と、上記連通口と対応する位置にノズル開口を穿設した金属製のノズルプレートと、溝状窪部の開口面を封止する封止板とを備え、圧力発生室形成板における溝状窪部側に封止板を、反対側にノズルプレートをそれぞれ接合してなる流路ユニットを備えた液体噴射ヘッドであって、上記ニッケルの結晶粒の粒径が上記隔壁部の厚さの60%以下であることを要旨とする。

【発明の効果】

【0009】

すなわち、上記ニッケルの結晶粒の粒径が上記隔壁部の壁の厚さの60%以下になっているのである。

【0010】

上記のような隔壁部は、雄型（鍛造加工パンチ）のきわめて微細な幅の空隙部内に、素材であるニッケルが塑性流動をすることによって成形されるのであるが、このときの塑性流動が良好におこなわれるかどうかは、ニッケルの結晶粒の粒径を空隙部の間隔すなわち隔壁部の壁の厚さとの相対関係で最良の粒径寸法として選定しなければならない。

【0011】

上記のようにニッケルの結晶粒の粒径が、壁の厚さの60%以下であることにより、結晶粒の粒径が上記空隙部の幅を下回っていると同時に、粒径は壁の厚さに対して過小でもなく過大でもない領域におかれているので、微細な空隙部内への結晶粒の流動が円滑になされ、良好な溝状窪部の成形が行える。

【0012】

さらに、壁の厚さ方向で見た結晶粒の配列個数は多くて2個強、少なくとも2個未満となり結晶粒の個数が異常に多くなるものではないので、上記空隙部内への塑性流動が円滑になされる。もし、結晶粒の上記配列個数が多い側の上記個数を上回る場合には、壁の厚さに対する結晶粒の増加により、結晶粒界が隔壁部において増量することになるので、塑性変形性（転位の運動）が低下し、空隙部内への塑性流動性が低下して微細な隔壁部の塑性加工に支障を来すことになり、所定形状、所定寸法の溝状窪部がえにくくなる。

【0013】

逆に、もし、結晶粒の上記配列個数が少ない側の上記個数を下回る場合には、塑性流動は良好に果たされるが、結晶粒の大きさが隔壁部にとっては過大になり、それにともなうニッケル材の強度低下のため、かえって微細な隔壁部を高精度に加工することが困難となる。

【0014】

本発明によれば、結晶粒の配列個数に換算すると上記のような範囲の値になるので、上記のように良好な塑性流動がえられて、所定の形状精度、寸法精度の溝状窪部が成形できるのである。また、結晶粒の粒径に注目した上記の数値（隔壁部の壁の厚さの30～60%）により、塑性流動が円滑になされるので、溝状窪部を成形する鍛造加工パンチの割れや素材の焼き付き等が防止されて、耐久性が大幅に向上するうえ、微細形状部の成形性を良好なものとしているのである。

【0015】

本発明の液体噴射ヘッドにおいて、上記隔壁部の厚さが、20～50 μ mである場合に

は、隔壁部の壁の厚さを溝状窪部の列設数をできるだけ多くするために要求される $20 \sim 50 \mu\text{m}$ に対し、上記の結晶粒の粒径適合により、きわめて良好な隔壁部の塑性流動が実現して、微小な $20 \sim 50 \mu\text{m}$ なる隔壁部の厚さとすることができて、多数の溝状窪部自体を高精度のもとに列設することができる。

【0016】

本発明の液体噴射ヘッドにおいて、上記結晶粒の粒径が、 $5 \mu\text{m}$ 以上 $25 \mu\text{m}$ 未満である場合には、結晶粒がこのような範囲の粒径とされていることにより、上述のように円滑に雄型の空隙部内に塑性流動がなされ、精度の高い十分な高さの隔壁部が構成できる。また、上記のように結晶粒界が過剰な量になるのを意図的に制限して、微細形状部の成形性を良好なものとしているのである。

【0017】

本発明の液体噴射ヘッドにおいて、上記ニッケルは、ビッカース硬度が $H_v 150$ 以上 $H_v 190$ 未満である場合には、ニッケル自体の硬度が塑性流動に適した柔かな範囲の値とされているので、上記の結晶粒の粒径設定による塑性流動性の向上と相俟って、微細な溝状窪部の成形が確実に行える。また、鍛造加工にとっては柔かな領域の硬度であるから、鍛造加工パンチの耐久性向上や加工精度の確保にとって有利である。

【0018】

本発明の液体噴射ヘッドにおいて、上記ニッケルは、伸びが 5% 超 20% 未満である場合には、溝状窪部の鍛造加工に必要な素材の伸びが十分に確保されているので、塑性流動は十分になされる。また、鍛造加工時に生じる素材の伸びは、上記伸びの範囲に対してわずかな量であるから、成形各部における弾性復元力を可及的に少なくすることができる。このため、残留応力の少量化にとって有効であり、鍛造加工後の弾性復元による変形を実害のない範囲におさめることができ、溝状窪部の成形精度の向上や圧力発生室形成板の湾曲変形の防止に有効である。

【0019】

本発明の液体噴射ヘッドにおいて、上記圧力発生室形成板が、上記ニッケルの圧延材を鍛造加工することにより形成されている場合には、圧延による素材板の厚さが高精度のもとで管理される。そして、このようにして品質管理の行われたニッケル圧延材を鍛造加工の素材板にするので、上記の各数値内における良好な鍛造加工が実現し、高精度の溝状窪部や隔壁部が成形できるのである。さらに、圧延工程で形成されたニッケルの組織状態に応じて、溝状窪部の長手方向の向き等を選定することにより、より円滑な塑性流動がえられる。

【0020】

本発明の液体噴射ヘッドにおいて、上記隔壁部の厚さ T に対する隔壁部の高さ H の比 H/T が、 $1.0 \sim 2.1$ である場合には、隔壁部の剛性が低下しない程度の隔壁部の高さの比が確保できるので、列設された溝状窪部の剛性を適正に確保することができる。

【0021】

本発明の液体噴射ヘッドにおいて、上記隔壁部の厚さ T に対する上記溝状窪部の幅 W の比 W/T が、 $2.0 \sim 5.0$ である場合には、必要最小限の隔壁部の壁の厚さに対して十分な幅の溝状窪部が形成できるので、溝状窪部の容積を所定どおりに確保するとともに、溝状窪部を最も緻密な状態で列設し、単位長さ当たりの溝状窪部の列設数をできるだけ多くすることが可能となる。

【0022】

本発明の液体噴射ヘッドにおいて、上記隔壁部の厚さ T に対する上記溝状窪部の深さ D の比 D/T が、 $2.0 \sim 4.5$ である場合には、必要最小限の隔壁部の壁の厚さに対して十分な深さの溝状窪部が形成できるので、溝状窪部の容積を所定どおりに確保するとともに、隔壁部に十分な剛性を持たせることができる。

【0023】

本発明の液体噴射ヘッドにおいて、上記溝状窪部の底面は溝状窪部の長手方向に延びる V 字状の形状とされ、この V 字部分の内角が $45 \sim 110$ 度である場合には、上記底面の

部分において溝状窪部の容積を十分に拡大することができる。このように深さの方向で容積拡大ができることにより、溝状窪部の幅を小さくすることができ、できるだけ多くの溝状窪部を列設することができる。

【0024】

本発明の液体噴射ヘッドにおいて、上記溝状窪部のピッチ寸法が、0.3mm以下である場合には、精密な微細部品であるインクジェット式記録ヘッドの圧力発生室を加工するようなときに、上記のような数値設定（例えば、結晶粒の粒径が壁の厚さの40～60%等）により、溝状窪部のピッチ寸法が0.3mm以下のようなきわめて微細な溝状窪部の成形が可能となる。

【0025】

上記目的を達成するため、本発明の液体噴射ヘッドの製造方法は、圧力発生室となる溝状窪部が隔壁部を介して上記溝状窪部の幅方向に列設されると共に、各溝状窪部の一端に板厚方向に貫通する連通口を形成した鍛造加工によるニッケル製の圧力発生室形成板と、上記連通口と対応する位置にノズル開口を穿設した金属製のノズルプレートと、溝状窪部の開口面を封止する封止板とを備え、圧力発生室形成板における溝状窪部側に封止板を、反対側にノズルプレートをそれぞれ接合してなる流路ユニットを備えた液体噴射ヘッドの製造方法であって、請求項1～11のいずれか一項に記載の寸法、形状を備えた溝状窪部を圧力発生室形成板に鍛造加工により成形することを要旨とする。

【0026】

すなわち、請求項1～11のいずれか一項に記載の寸法、形状を備えた溝状窪部を圧力発生室形成板に鍛造加工により成形するものである。

【0027】

したがって、上記のような数値設定、例えば、結晶粒の粒径が壁の厚さの60%以下、ニッケルのビッカース硬度がHv150以上Hv190未満、ニッケルの伸びが5%超20%未満等の条件下で圧力発生室形成板に鍛造加工を行うことにより、より円滑な塑性流動がえられて、形状精度、寸法精度の高い圧力発生室形成板が形成され、引いては良好な液体噴射特性を備えた液体噴射ヘッドが製造できる。また、上述のような数値設定により、鍛造加工パンチの負担が少なくてその耐久性が著しく長期化される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

以下、本発明を実施するための最良の形態を図面に基づいて説明するが、まず最初に本発明が適用される液体噴射ヘッドの構成について説明する。

【0029】

本発明が適用される液体噴射ヘッドは、インクジェット式記録装置の記録ヘッドとして実施するのが適しているので、図示の実施の形態においては液体噴射ヘッドの代表的な事例として、上記記録ヘッドを示している。

【0030】

図1及び図2に示すように、記録ヘッド1は、ケース2と、このケース2内に収納される振動子ユニット3と、ケース2の先端面に接合される流路ユニット4と、先端面とは反対側のケース2の取付面上に配置される接続基板5と、ケース2の取付面側に取り付けられる供給針ユニット6等から概略構成されている。

【0031】

上記の振動子ユニット3は、図3に示すように、圧電振動子群7と、この圧電振動子群7が接合される固定板8と、圧電振動子群7に駆動信号を供給するためのフレキシブルケーブル9とから概略構成される。

【0032】

圧電振動子群7は、列状に形成された複数の圧電振動子10…を備える。各圧電振動子10…は、圧力発生素子の一種であり、電気機械変換素子の一種でもある。これらの各圧電振動子10…は、列の両端に位置する一対のダミー振動子10a、10aと、これらのダミー振動子10a、10aの間に配置された複数の駆動振動子10b…とから構成され

ている。そして、各駆動振動子 1 0 b …は、例えば、 $50\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ 程度の極めて細い幅の櫛歯状に切り分けられ、180本設けられる。また、ダミー振動子 1 0 a は、駆動振動子 1 0 b よりも十分広い幅であり、駆動振動子 1 0 b を衝撃等から保護する保護機能と、振動子ユニット 3 を所定位置に位置付けるためのガイド機能とを有する。

【0033】

各圧電振動子 1 0 …は、固定端部を固定板 8 上に接合することにより、自由端部を固定板 8 の先端面よりも外側に突出させている。すなわち、各圧電振動子 1 0 …は、いわゆる片持ち梁の状態固定板 8 上に支持されている。そして、各圧電振動子 1 0 …の自由端部は、圧電体と内部電極とを交互に積層して構成されており、対向する電極間に電位差を与えることで素子長手方向に伸縮する。

【0034】

フレキシブルケーブル 9 は、固定板 8 とは反対側となる固定端部の側面で圧電振動子 1 0 と電氣的に接続されている。そして、このフレキシブルケーブル 9 の表面には、圧電振動子 1 0 の駆動等を制御するための制御用 IC 1 1 が実装されている。また、各圧電振動子 1 0 …を支持する固定板 8 は、圧電振動子 1 0 からの反力を受け止め得る剛性を備えた板状部材であり、ステンレス板等の金属板が好適に用いられる。

【0035】

上記のケース 2 は、例えば、エポキシ系樹脂等の熱硬化性樹脂で成型されたブロック状部材である。ここで、ケース 2 を熱硬化性樹脂で成型しているのは、この熱硬化性樹脂は、一般的な樹脂よりも高い機械的強度を有しており、線膨張係数が一般的な樹脂よりも小さく、周囲の温度変化による変形が小さいからである。そして、このケース 2 の内部には、振動子ユニット 3 を収納可能な収納空部 1 2 と、インクの流路の一部を構成するインク供給路 1 3 とが形成されている。また、ケース 2 の先端面には、共通インク室（リザーバ）1 4 となる先端凹部 1 5 が形成されている。

【0036】

収納空部 1 2 は、振動子ユニット 3 を収納可能な大きさの空部である。この収納空部 1 2 の先端側部分はケース内壁が側方に向けて部分的に突出しており、この突出部分の上面が固定板当接面として機能する。そして、振動子ユニット 3 は、各圧電振動子 1 0 の先端が開口から臨む状態で収納空部 1 2 内に収納される。この収納状態において、固定板 8 の先端面は固定板当接面に当接した状態で接着されている。

【0037】

先端凹部 1 5 は、ケース 2 の先端面を部分的に窪ませることにより作製されている。本実施形態の先端凹部 1 5 は、収納空部 1 2 よりも左右外側に形成された略台形状の凹部であり、収納空部 1 2 側に台形の下底が位置するように形成されている。

【0038】

インク供給路 1 3 は、ケース 2 の高さ方向を貫通するように形成され、先端が先端凹部 1 5 に連通している。また、インク供給路 1 3 における取付面側の端部は、取付面から突設した接続口 1 6 内に形成されている。

【0039】

上記の接続基板 5 は、記録ヘッド 1 に供給する各種信号用の電気配線が形成されると共に、信号ケーブルを接続可能なコネクタ 1 7 が取り付けられた配線基板である。そして、この接続基板 5 は、ケース 2 における取付面上に配置され、フレキシブルケーブル 9 の電気配線が半田付け等によって接続される。また、コネクタ 1 7 には、制御装置（図示せず）からの信号ケーブルの先端が挿入される。

【0040】

上記の供給針ユニット 6 は、インクカートリッジ（図示せず）が接続される部分であり、針ホルダ 1 8 と、インク供給針 1 9 と、フィルタ 2 0 とから概略構成される。

【0041】

インク供給針 1 9 は、インクカートリッジ内に挿入される部分であり、インクカートリ

ッジ内に貯留されたインクを導入する。このインク供給針 1 9 の先端部は円錐状に尖っており、インクカートリッジ内に挿入し易くなっている。また、この先端部には、インク供給針 1 9 の内外を連通するインク導入孔が複数穿設されている。そして、本実施形態の記録ヘッド 1 は 2 種類のインクを吐出可能であるため、このインク供給針 1 9 を 2 本備えている。

【0 0 4 2】

針ホルダ 1 8 は、インク供給針 1 9 を取り付けるための部材であり、その表面にはインク供給針 1 9 の根本部分を止着するための台座 2 1 を 2 本分横並びに形成している。この台座 2 1 は、インク供給針 1 9 の底面形状に合わせた円形状に作製されている。また、台座底面の略中心には、針ホルダ 1 8 の板厚方向を貫通するインク排出口 2 2 を形成している。また、この針ホルダ 1 8 には、フランジ部を側方に延出している。

【0 0 4 3】

フィルタ 2 0 は、埃や成型時のバリ等のインク内の異物の通過を阻止する部材であり、例えば、目の細かな金属網によって構成される。このフィルタ 2 0 は、台座 2 1 内に形成されたフィルタ保持溝に接着されている。

【0 0 4 4】

そして、この供給針ユニット 6 は、図 2 に示すように、ケース 2 の取付面上に配設される。この配設状態において、供給針ユニット 6 のインク排出口 2 2 とケース 2 の接続口 1 6 とは、パッキン 2 3 を介して液密状態で連通する。

【0 0 4 5】

次に、上記の流路ユニット 4 について説明する。この流路ユニット 4 は、圧力発生室形成板 3 0 の一方の面にノズルプレート 3 1 を、圧力発生室形成板 3 0 の他方の面に弾性板 3 2 を接合した構成である。

【0 0 4 6】

圧力発生室形成板 3 0 は、図 4 に示すように、溝状窪部 3 3 と、連通口 3 4 と、逃げ凹部 3 5 とを形成した金属製の板状部材である。本実施形態では、この圧力発生室形成板 3 0 を、厚さ 0. 3 5 mm のニッケル製の基板を加工することで作製している。

【0 0 4 7】

ここで、基板としてニッケルを選定した理由について説明する。第 1 の理由は、このニッケルの線膨張係数が、ノズルプレート 3 1 や弾性板 3 2 の主要部を構成する金属（本実施形態では後述するようにステンレス）の線膨張係数と略等しいからである。すなわち、流路ユニット 4 を構成する圧力発生室形成板 3 0、弾性板 3 2 及びノズルプレート 3 1 の線膨張係数が揃うと、これらの各部材を加熱接着した際において、各部材は均等に膨張する。このため、膨張率の相違に起因する反り等の機械的ストレスが発生し難い。その結果、接着温度を高温に設定しても各部材を支障なく接着することができる。また、記録ヘッド 1 の作動時に圧電振動子 1 0 が発熱し、この熱によって流路ユニット 4 が加熱されたとしても、流路ユニット 4 を構成する各部材 3 0、3 1、3 2 が均等に膨張する。このため、記録ヘッド 1 の作動に伴う加熱と作動停止に伴う冷却とが繰り返し行われても、流路ユニット 4 を構成する各部材 3 0、3 1、3 2 に剥離等の不具合は生じ難い。

【0 0 4 8】

第 2 の理由は、防錆性に優れているからである。すなわち、この種の記録ヘッド 1 では水性インクが好適に用いられているので、長期間に亘って水が接触しても錆び等の変質が生じないことが肝要である。その点、ニッケルは、ステンレスと同様に防錆性に優れており、錆び等の変質が生じ難い。

【0 0 4 9】

第 3 の理由は、展性に富んでいるからである。すなわち、圧力発生室形成板 3 0 を作製するにあたり、本実施形態では後述するように塑性加工（例えば、鍛造加工）で行っている。そして、圧力発生室形成板 3 0 に形成される溝状窪部 3 3 や連通口 3 4 は、極めて微細な形状であり、且つ、高い寸法精度が要求される。そして、基板にニッケルを用いると、展性に富んでいることから塑性加工であっても溝状窪部 3 3 や連通口 3 4 を高い寸法精

度で形成することができる。

【0050】

なお、圧力発生室形成板30に関し、上記した各要件、すなわち、線膨張係数の要件、防錆性の要件、及び、展性の要件を満たすならば、ニッケル以外の金属で構成してもよい。

【0051】

溝状窪部33は、圧力発生室29となる溝状の窪部であり、図5に拡大して示すように、直線状の溝によって構成されている。本実施形態では、幅約0.1mm、長さ約1.5mm、深さ約0.1mmの溝を溝幅方向に180個列設している。この溝状窪部33の底面は、深さ方向（すなわち、奥側）に進むに連れて縮幅されてV字状に窪んでいる。底面をV字状に窪ませたのは、隣り合う圧力発生室29、29同士を区画する隔壁部28の剛性を高めるためである。すなわち、底面をV字状に窪ませることにより、隔壁部28の根本部分（底面側の部分）の肉厚が厚くなって隔壁部28の剛性が高まる。そして、隔壁部28の剛性が高くなると、隣の圧力発生室29からの圧力変動の影響を受け難くなる。すなわち、隣の圧力発生室29からのインク圧力の変動が伝わり難くなる。また、底面をV字状に窪ませることにより、溝状窪部33を塑性加工によって寸法精度よく形成することもできる（後述する）。そして、このV字の角度は、加工条件によって規定されるが、例えば90度前後である。さらに、隔壁部28における先端部分の肉厚が極く薄いことから、各圧力発生室29…を密に形成しても必要な容積を確保することができる。

【0052】

また、本実施形態における溝状窪部33に関し、その長手方向両端部は、奥側に進むにつれて内側に下り傾斜している。すなわち、溝状窪部33の長手方向両端部は、面取形状に形成されている。このように構成したのも、溝状窪部33を塑性加工によって寸法精度よく形成するためである。

【0053】

さらに、両端部の溝状窪部33、33に隣接させてこの溝状窪部33よりも幅広なダミー窪部36を1つずつ形成している。このダミー窪部36は、インク滴の吐出に関与しないダミー圧力発生室となる溝状の窪部である。本実施形態のダミー窪部36は、幅約0.2mm、長さ約1.5mm、深さ約0.1mmの溝によって構成されている。そして、このダミー窪部36の底面は、W字状に窪んでいる。これも、隔壁部28の剛性を高めるため、及び、ダミー窪部36を塑性加工によって寸法精度よく形成するためである。

【0054】

そして、各溝状窪部33…及び一对のダミー窪部36、36によって窪部列が構成される。本実施形態では、この窪部列を横並びに2列形成している。

【0055】

連通口34は、溝状窪部33の一端から板厚方向を貫通する貫通孔として形成している。この連通口34は、溝状窪部33毎に形成されており、1つの窪部列に180個形成されている。本実施形態の連通口34は、開口形状が矩形状であり、圧力発生室形成板30における溝状窪部33側から板厚方向の途中まで形成した第1連通口37と、溝状窪部33とは反対側の表面から板厚方向の途中まで形成した第2連通口38とから構成されている。

【0056】

そして、第1連通口37と第2連通口38とは断面積が異なっており、第2連通口38の内寸法が第1連通口37の内寸法よりも僅かに小さく設定されている。これは、連通口34をプレス加工によって作製していることに起因する。すなわち、この圧力発生室形成板30は、厚さ0.35mmのニッケル板を加工することで作製しているため、連通口34の長さは、溝状窪部33の深さを差し引いても0.25mm以上となる。そして、連通口34の幅は、溝状窪部33の溝幅よりも狭くする必要があるので、0.1mm未満に設定される。このため、連通口34を1回の加工で打ち抜こうとすると、アスペクト比の関係で雄型（ポンチ）が座屈するなどしてしまう。そこで、本実施形態では、加工を2回に

分け、1回目の加工では第1連通口37を板厚方向の途中まで形成し、2回目の加工で第2連通口38を形成している。なお、この連通口34の加工手順については、後で説明する。

【0057】

また、ダミー窪部36にはダミー連通口39が形成されている。このダミー連通口39は、上記の連通口34と同様に、第1ダミー連通口40と第2ダミー連通口41とから構成されており、第2ダミー連通口41の内寸法が第1ダミー連通口40の内寸法よりも小さく設定されている。

【0058】

なお、本実施形態では、上記の連通口34及びダミー連通口39に関し、開口形状が矩形状の貫通孔によって構成されたものを例示したが、この形状に限定されるものではない。例えば、円形に開口した貫通孔によって構成してもよい。

【0059】

逃げ凹部35は、共通インク室14におけるコンプライアンス部の作動用空間を形成する。本実施形態では、ケース2の先端凹部15と略同じ形状であって、深さが溝状窪部33と等しい台形状の凹部によって構成している。

【0060】

なお、上記圧力発生室形成板30の逃げ凹部35の領域を貫通部とし、この貫通部を共通インク室14として使用することもできる。この場合、ケース2に共通インク室14は形成せず、逃げ凹部35の領域に形成された貫通部とインク供給路13とを連通させる。また、インク供給口45は弾性板32に長穴状に形成してもよいし、圧力発生室形成板30に溝状に形成することもできる。

【0061】

次に、上記の弾性板32について説明する。この弾性板32は、封止板の一種であり、例えば、支持板42上に弾性体膜43を積層した二重構造の複合材（本発明の金属材の一種）によって作製される。本実施形態では、支持板42としてステンレス板を用い、弾性体膜43としてPPS（ポリフェニレンサルファイド）を用いている。

【0062】

図6に示すように、弾性板32には、ダイヤフラム部44と、インク供給口45と、コンプライアンス部46とを形成している。

【0063】

ダイヤフラム部44は、圧力発生室29の一部を区画する部分である。すなわち、ダイヤフラム部44は溝状窪部33の開口面を封止し、この溝状窪部33と共に圧力発生室29を区画形成する。このダイヤフラム部44は、図7(a)に示すように、溝状窪部33に対応した細長い形状であり、溝状窪部33を封止する封止領域に対し、各溝状窪部33…毎に形成されている。具体的には、ダイヤフラム部44の幅は溝状窪部33の溝幅と略等しく設定され、ダイヤフラム部44の長さは溝状窪部33の長さよりも多少短く設定されている。長さに関し、本実施形態では、溝状窪部33の長さの約2/3に設定されている。そして、形成位置に関し、図2に示すように、ダイヤフラム部44の一端を、溝状窪部33の一端（連通口34側の端部）に揃えている。

【0064】

このダイヤフラム部44は、図7(b)に示すように、溝状窪部33に対応する部分の支持板42をエッチング等によって環状に除去して弾性体膜43のみとすることで作製され、この環内には島部47を形成している。この島部47は、圧電振動子10の先端面が接合される部分である。

【0065】

インク供給口45は、圧力発生室29と共通インク室14とを連通するための液体供給口としての孔であり、弾性板32の板厚方向を貫通している。このインク供給口45も、ダイヤフラム部44と同様に、溝状窪部33に対応する位置に各溝状窪部33…毎に形成されている。このインク供給口45は、図2に示すように、連通口34とは反対側の溝状

窪部 33 の他端に対応する位置に穿設されている。また、このインク供給口 45 の直径は、溝状窪部 33 の溝幅よりも十分に小さく設定されている。本実施形態では、23 ミクロンの微細な貫通孔によって構成している。

【0066】

このようにインク供給口 45 を微細な貫通孔にした理由は、圧力発生室 29 と共通インク室 14 との間に流路抵抗を付与するためである。すなわち、この記録ヘッド 1 では、圧力発生室 29 内のインクに付与した圧力変動を利用してインク滴を吐出させている。このため、インク滴を効率よく吐出させるためには、圧力発生室 29 内のインク圧力をできるだけ共通インク室 14 側に逃がさないようにすることが肝要である。この観点から本実施形態では、インク供給口 45 を微細な貫通孔によって構成している。

【0067】

そして、本実施形態のように、インク供給口 45 を貫通孔によって構成すると、加工が容易であり、高い寸法精度が得られるという利点がある。すなわち、このインク供給口 45 は貫通孔であるため、レーザー加工による作製が可能である。従って、微細な直径であっても高い寸法精度で作製でき、作業も容易である。

【0068】

コンプライアンス部 46 は、共通インク室 14 の一部を区画する部分である。すなわち、コンプライアンス部 46 と先端凹部 15 とで共通インク室 14 を区画形成する。このコンプライアンス部 46 は、先端凹部 15 の開口形状と略同じ台形状であり、支持板 42 の部分をエッチング等によって除去し、弾性体膜 43 だけにすることで作製される。

【0069】

なお、弾性板 32 を構成する支持板 42 及び弾性体膜 43 は、この例に限定されるものではない。例えば、弾性体膜 43 としてポリイミドを用いてもよい。また、この弾性板 32 を、ダイヤフラム部 44 になる厚肉部及び該厚肉部周辺の薄肉部と、コンプライアンス部 46 になる薄肉部とを設けた金属板で構成してもよい。

【0070】

次に、上記のノズルプレート 31 について説明する。ノズルプレート 31 は、ノズル開口 48 を列設した金属製の板状部材である。本実施形態ではステンレス板を用い、ドット形成密度に対応したピッチで複数のノズル開口 48…を開設している。本実施形態では、合計 180 個のノズル開口 48…を列設してノズル列を構成し、このノズル列を 2 列横並びに形成している。そして、このノズルプレート 31 を圧力発生室形成板 30 の他方の表面、すなわち、弾性板 32 とは反対側の表面に接合すると、対応する連通口 34 に各ノズル開口 48…が臨む。

【0071】

そして、上記の弾性板 32 を、圧力発生室形成板 30 の一方の表面、すなわち、溝状窪部 33 の形成面に接合すると、ダイヤフラム部 44 が溝状窪部 33 の開口面を封止して圧力発生室 29 が区画形成される。同様に、ダミー窪部 36 の開口面も封止されてダミー圧力発生室が区画形成される。また、上記のノズルプレート 31 を圧力発生室形成板 30 の他方の表面に接合するとノズル開口 48 が対応する連通口 34 に臨む。この状態で島部 47 に接合した圧電振動子 10 を伸縮すると、島部周辺の弾性体膜 43 が変形し、島部 47 が溝状窪部 33 側に押されたり、溝状窪部 33 側から離隔する方向に引かれたりする。この弾性体膜 43 の変形により、圧力発生室 29 が膨張したり収縮したりして圧力発生室 29 内のインクに圧力変動が付与される。

【0072】

さらに、弾性板 32 (すなわち、流路ユニット 4) をケース 2 に接合すると、コンプライアンス部 46 が先端凹部 15 を封止する。このコンプライアンス部 46 は、共通インク室 14 に貯留されたインクの圧力変動を吸収する。すなわち、貯留されたインクの圧力に応じて弾性体膜 43 が膨張したり収縮したりして変形する。そして、上記の逃げ凹部 35 は、弾性体膜 43 の膨張時において、弾性体膜 43 が膨らむための空間を形成する。

【0073】

上記構成の記録ヘッド1は、インク供給針19から共通インク室14までの共通インク流路と、共通インク室14から圧力発生室29を通して各ノズル開口48…に至る個別インク流路とを有する。そして、インクカートリッジに貯留されたインクは、インク供給針19から導入されて共通インク流路を通して共通インク室14に貯留される。この共通インク室14に貯留されたインクは、個別インク流路を通じてノズル開口48から吐出される。

【0074】

例えば、圧電振動子10を収縮させると、ダイヤフラム部44が振動子ユニット3側に引っ張られて圧力発生室29が膨張する。この膨張により圧力発生室29内が負圧化されるので、共通インク室14内のインクがインク供給口45を通して各圧力発生室29に流入する。その後、圧電振動子10を伸張させると、ダイヤフラム部44が圧力発生室形成板30側に押されて圧力発生室29が収縮する。この収縮により、圧力発生室29内のインク圧力が上昇し、対応するノズル開口48からインク滴が吐出される。

【0075】

そして、この記録ヘッド1では、圧力発生室29（溝状窪部33）の底面がV字状に窪んでいる。このため、隣り合う圧力発生室29、29同士を区画する隔壁部28は、その根本部分の肉厚が先端部分の肉厚よりも厚く形成される。これにより、隔壁部28の剛性を従来よりも高めることができる。従って、インク滴の吐出時において、圧力発生室29内にインク圧力の変動が生じたとしても、その圧力変動を隣の圧力発生室29に伝わり難くすることができる。その結果、所謂隣接クロストークを防止でき、インク滴の吐出を安定化できる。

【0076】

また、本実施形態では、共通インク室14と圧力発生室29とを連通するインク供給口45を、弾性板32の板厚方向を貫通する微細孔によって構成したので、レーザー加工等によって高い寸法精度が容易に得られる。これにより、各圧力発生室29…へのインクの流入特性（流入速度や流入量等）を高いレベルで揃えることができる。さらに、レーザー光線によって加工を行った場合には、加工も容易である。

【0077】

また、本実施形態では、列端部の圧力発生室29、29に隣接させてインク滴の吐出に関与しないダミー圧力発生室（すなわち、ダミー窪部36と弾性板32とによって区画される空部）を設けたので、これらの両端の圧力発生室29、29に関し、片側には隣の圧力発生室29が形成され、反対側にはダミー圧力発生室が形成されることになる。これにより、列端部の圧力発生室29、29に関し、その圧力発生室29を区画する隔壁の剛性を、列途中の他の圧力発生室29…における隔壁の剛性に揃えることができる。その結果、一列全ての圧力発生室29のインク滴吐出特性を揃えることができる。

【0078】

さらに、このダミー圧力発生室に関し、列設方向側の幅を各圧力発生室29…の幅よりも広くしている。換言すれば、ダミー窪部36の幅を溝状窪部33の幅よりも広くしている。これにより、列端部の圧力発生室29と列途中の圧力発生室29の吐出特性をより高い精度で揃えることができる。

【0079】

さらに、本実施形態では、ケース2の先端面を部分的に窪ませて先端凹部15を形成し、この先端凹部15と弾性板32とにより共通インク室14を区画形成しているので、共通インク室14を形成するための専用部材が不要であり、構成の簡素化が図れる。また、このケース2は樹脂成型によって作製されているので、先端凹部15の作製も比較的容易である。

【0080】

次に、上記記録ヘッド1の製造方法について説明する。なお、この製造方法では、上記の圧力発生室形成板30の製造工程に特徴を有しているので、圧力発生室形成板30の製

造工程を中心に説明することにする。なお、この圧力発生室形成板 3 0 は、順送り型による鍛造加工によって作製される。また、圧力発生室形成板 3 0 の素材として使用する帯板は、上記したようにニッケル製である。

【0 0 8 1】

圧力発生室形成板 3 0 の製造工程は、溝状窪部 3 3 を形成する溝状窪部形成工程と、連通口 3 4 を形成する連通口形成工程とからなり、順送り型によって行われる。

【0 0 8 2】

溝状窪部形成工程では、図 8 に示す第 1 雄型 5 1 と図 9 に示す雌型 5 2 とを用いる。この第 1 雄型 5 1 は、溝状窪部 3 3 を形成するための金型である。この第 1 雄型には、溝状窪部 3 3 を形成するための突条部 5 3 を、溝状窪部 3 3 と同じ数だけ列設してある。また、列設方向両端部の突条部 5 3 に隣接させてダミー窪部 3 6 を形成するためのダミー突条部（図示せず）も設ける。突条部 5 3 の先端部分 5 3 a は先細りした山形とされており、例えば図 8（b）に示すように、幅方向の中心から 4 5 度程度の角度で面取りされている。すなわち、突条部 5 3 の先端に形成した山形の斜面により楔状の先端部分 5 3 a が形成されている。これにより、長手方向から見て V 字状に尖っている。また、先端部分 5 3 a における長手方向の両端は、図 8（a）に示すように、4 5 度程度の角度で面取りしてある。このため、突条部 5 3 の先端部分 5 3 a は、三角柱の両端を面取りした形状となっている。

【0 0 8 3】

また、雌型 5 2 には、その上面に筋状突起 5 4 が複数形成されている。この筋状突起 5 4 は、隣り合う圧力発生室 2 9，2 9 同士を区画する隔壁の形成を補助するものであり、溝状窪部 3 3，3 3 同士の間に位置する。この筋状突起 5 4 は四角柱状であり、その幅は、隣り合う圧力発生室 2 9，2 9 同士の間隔（隔壁の厚み）よりも若干狭く設定されており、高さは幅と同程度である。また、筋状突起 5 4 の長さは溝状窪部 3 3（突条部 5 3）の長さと同程度に設定されている。

【0 0 8 4】

そして、溝状窪部形成工程では、まず、図 1 0（a）に示すように、雌型 5 2 の上面に素材であるとともに圧力発生室形成板である帯板 5 5 を載置し、帯板 5 5 の上方に第 1 雄型 5 1 を配置する。次に、図 1 0（b）に示すように、第 1 雄型 5 1 を下降させて突条部 5 3 の先端部を帯板 5 5 内に押し込む。このとき、突条部 5 3 の先端部分 5 3 a を V 字状に尖らせているので、突条部 5 3 を座屈させることなく先端部分 5 3 a を帯板 5 5 内に確実に押し込むことができる。この突条部 5 3 の押し込みは、図 1 0（c）に示すように、帯板 5 5 の板厚方向の途中まで行う。

【0 0 8 5】

突条部 5 3 の押し込みにより、帯板 5 5 の一部分が流動し、溝状窪部 3 3 が形成される。ここで、突条部 5 3 の先端部分 5 3 a が V 字状に尖っているので、微細な形状の溝状窪部 3 3 であっても、高い寸法精度で作製することができる。すなわち、先端部分 5 3 a で押された部分が円滑に流れるので、形成される溝状窪部 3 3 は突条部 5 3 の形状に倣った形状に形成される。このときに、先端部分 5 3 a で押し分けられるようにして流動した素材は、突条部 5 3 のあいだに設けられた空隙部 5 3 b 内に流入し隔壁部 2 8 が成形される。さらに、先端部分 5 3 a における長手方向の両端も面取りしてあるので、当該部分で押圧された帯板 5 5 も円滑に流れる。従って、溝状窪部 3 3 の長手方向両端部についても高い寸法精度で作製できる。

【0 0 8 6】

また、突条部 5 3 の押し込みを板厚方向の途中で止めているので、貫通孔として形成する場合よりも厚い帯板 5 5 を用いることができる。これにより、圧力発生室形成板 3 0 の剛性を高めることができ、インク滴の吐出特性の向上が図れる。また、圧力発生室形成板 3 0 の取り扱いも容易になる。

【0 0 8 7】

また、突条部 5 3 で押圧されたことにより、帯板 5 5 の一部は隣り合う突条部 5 3，5

3の空間内に隆起する。ここで、雌型52に設けた筋状突起54は、突条部53、53同士の間に対応する位置に配置されているので、この空間内への帯板55の流れを補助する。これにより、突条部53間の空間に対して効率よく帯板55を導入することができ、隆起部を高く形成できる。

【0088】

このようにして溝状窪部33を形成したならば、連通口形成工程に移行して連通口34を形成する。この連通口形成工程では、図11に示すように、第2雄型57と第3雄型59とを用いる。ここで、第2雄型57は、第1連通口37の形状に対応する角柱状の第1連通口形成部56を複数本櫛歯状に設けたもの、即ち、複数の第1連通口形成部56…をベースから立設したものである。また、第3雄型59は、第2連通口38の形状に対応した角柱状の第2連通口形成部58を複数本櫛歯状に形成したものである。なお、第2連通口形成部58は、第1連通口形成部56よりも一回り細い形状に作製されている。

【0089】

この連通口形成工程では、まず、図11(a)に示すように、第2雄型57の第1連通口形成部56を帯板55における溝状窪部33側の表面から板厚方向の途中まで押し込んで第1連通口37となる窪部を形成する(第1連通口形成工程)。第1連通口37となる窪部を形成したならば、図11(b)に示すように、第3雄型59の第2連通口形成部58を溝状窪部33側から押し込んで第1連通口37の底部を打ち抜いて第2連通口38を形成する(第2連通口形成工程)。

【0090】

このように、本実施形態では、太さの異なる連通口形成部56、58を用い、複数回の加工によって連通口34を作製しているので、極く微細な連通口34であっても寸法精度良く作製することができる。さらに、溝状窪部33側から作製する第1連通口37を板厚方向の途中までしか作製しないので、第1連通口37の作製時において、圧力発生室29の隔壁部28が過度に引っ張られてしまう不具合を防止できる。これにより、隔壁部28の形状を損なうことなく寸法精度良く作製することができる。

【0091】

なお、本実施形態では、2回の加工によって連通口34を作製する工程を例示したが、3回以上の加工によって連通口34を作製してもよい。また、上記の不具合が生じなければ、1回の加工で連通口34を作製してもよい。

【0092】

連通口34を作製したならば、帯板55における溝状窪部33側の表面及び反対側の表面を研磨して平坦化する(研磨工程)。即ち、図11(c)に一点鎖線で示すように、溝状窪部33側の表面、及び、溝状窪部33とは反対側の表面を研磨し、これらの各表面を平坦化すると共に、板厚を所定厚さ(本実施形態では0.3mm)に調整する。

【0093】

なお、上記の溝状窪部形成工程と連通口形成工程は、別ステージで行ってもよく、同一ステージで行ってもよい。そして、同一ステージで行った場合には、両工程において帯板55が移動しないため、溝状窪部33内に連通口34を位置精度良く作製することができる。また、上記溝状窪部形成工程と連通口形成工程は、一連の順送り工程で加工を行なうこともできるし、それぞれ別個の順送り工程で加工を行なうこともできる。

【0094】

以上の各工程により圧力発生室形成板30を作製したならば、別途作製された弾性板32とノズルプレート31とを圧力発生室形成板30に接合して流路ユニット4を作製する。本実施形態では、これらの各部材の接合を接着により行っている。この接着時において、上記の研磨工程で圧力発生室形成板30の表面を平坦化しているので、弾性板32やノズルプレート31を確実に接着できる。

【0095】

また、弾性板32はステンレス板を支持板42とする複合材であるので、その線膨張率は支持板42であるステンレスによって規定される。そして、ノズルプレート31もステ

ンレス板によって作製されている。さらに、圧力発生室形成板 3 0 を構成するニッケルは、上記したように、線膨張率がステンレスと略等しい。以上から、接着温度を高めても線膨張率の差に起因する反りが発生しない。その結果、シリコン基板を用いていた時よりも接着温度を高めることができ、接着時間の短縮化が図れて製造効率が向上する。

【0096】

流路ユニット 4 を作製したならば、別途作製されたケース 2 に、振動子ユニット 3 と流路ユニット 4 とを接合する。この場合にも、これらの各部材の接合は接着によって行われている。従って、接着温度を高めても流路ユニット 4 には反りが発生せず、接着時間の短縮化が図れる。

【0097】

ケース 2 に、振動子ユニット 3 と流路ユニット 4 とを接合したならば、振動子ユニット 3 のフレキシブルケーブル 9 と接続基板 5 とを半田付けし、その後、供給針ユニット 6 を取り付け。

【0098】

上述のようにして記録ヘッド 1 が完成するのであるが、そのなかでも特に注意深く製作されるのが圧力発生室形成板 3 0 である。この圧力発生室形成板 3 0 において圧力発生室 2 9 となる溝状窪部 3 3 は、隔壁部 2 8 を介して上記溝状窪部 3 3 の幅方向に鍛造加工によって列設され、このような構造は非常に微細なものとして所定どおりの寸法精度や形状精度で形成されなければならない。そのためには、圧力発生室形成板 3 0 を形成する金属材料の材料的特質のなかから上記溝状窪部 3 3 にとって最良の特性値を見極めて、よりすぐれた精密鍛造を行う必要がある。

【0099】

以下、上記の課題を解決するための本発明の実施例について説明する。

【0100】

なお、前述の第 1 雄型 5 1 および雌型 5 2 により帯板（基板，素材）5 5 に塑性加工を行うときには、常温の温度条件下であり、また、以下に説明する塑性加工においても同様に常温の温度条件で塑性加工を行っている。

【0101】

図 1 2 (A) は、図 1 0 に示した溝状窪部形成工程によって成形された圧力発生室形成板 3 0 の一部を示す断面図であり、図 1 1 (c) に示すように研磨後の状態である。また、同図 (B) は、図 1 1 (a) (b) (c) に示した連通口形成工程によって成形された圧力発生室形成板 3 0 の一部を示す断面図である。なお、図 1 2 の隔壁部 2 8 の厚さは、理解しやすくするために、厚さを著しく分厚く図示してある。

【0102】

圧力発生室形成板 3 0 は、上述のように、ニッケル製の基板に鍛造加工を施したものであり、基板 5 5 の厚さは 0.35 mm であり、圧延工程をへて製造された圧延材が用いられている。図 8、図 1 0 に示すように、上記第 1 雄型 5 1 には隔壁部 2 8 を成形するための空隙部 5 3 b が各突条部 5 3 のあいだに設けられている。この空隙部 5 3 b の空間幅は隔壁部 2 8 の壁の厚さと実質的に同じであり、この例では 31 μ m とされている。そして、素材 5 5 がより円滑な状態で空隙部 5 3 b 内に塑性流動を行うようにするために、この例では上記ニッケルの結晶粒の粒径が 15 μ m とされている。この粒径 15 μ m は、隔壁部の壁の厚さ 31 μ m の約 50 % に相当している。

【0103】

また、この例において、上記ニッケル製素材 5 5 の硬度は、ビッカース硬度で Hv 170 であり、伸びは 10 % である。

【0104】

上記のように結晶粒の粒径が、壁の厚さの 60 % 以下である約 50 % とされていることにより、結晶粒の粒径が上記空隙部 5 3 b の幅を下回っていると同時に、粒径は壁の厚さに対して過小でもなく過大でもない領域におかれているので、微細な空隙部 5 3 b 内への結晶粒の流動が円滑になされ、良好な溝状窪部 3 3 の成形が行える。

【0105】

さらに、壁の厚さ方向で見た結晶粒の配列個数は多くて2個強、少なくても2個未満となり結晶粒の個数が異常に多くなるものではないので、上記空隙部53b内への塑性流動が円滑になされる。もし、結晶粒の上記配列個数が多い側の上記個数を上回る場合には、壁の厚さに対する結晶粒の増加により、結晶粒界が隔壁部28において増量することになるので、塑性変形性（転位の運動）が低下し、空隙部53b内への塑性流動性が低下して微細な隔壁部28の塑性加工に支障を来すことになり、所定形状、所定寸法の溝状窪部がえにくくなる。

【0106】

逆に、もし、結晶粒の上記配列個数が少ない側の上記個数を下回る場合には、塑性流動は良好に果たされるが、結晶粒の大きさが隔壁部28にとっては過大になり、それにとまうニッケル材の強度低下のため、かえって微細な隔壁部28を高精度に加工することが困難となる。

【0107】

本発明によれば、結晶粒の配列個数に換算すると上記のような範囲の値になるので、上記のように良好な塑性流動がえられて、所定の形状精度、寸法精度の溝状窪部33が成形できるのである。また、結晶粒の粒径に注目した上記の数値（隔壁部28の壁の厚さの60%以下）により、塑性流動が円滑になされるので、溝状窪部33を成形する鍛造加工パンチ51の割れや素材の焼き付き等が防止されて、耐久性が大幅に向上するうえ、微細形状部の成形性を良好なものとしているのである。

【0108】

上記ニッケルは、ビッカース硬度がHv170とされているので、ニッケル自体の硬度が塑性流動に適した柔かな範囲の値とされているので、微細な溝状窪部33の成形が確実に行える。また、鍛造加工にとっては柔かな領域の硬度であるから、鍛造加工パンチ51（突条部53や先端部分53a等）の耐久性向上や加工精度の確保にとって有利である。しかも、鍛造加工後の圧力発生室形成板30の剛性が確保でき、クロストークが防止され、吐出特性の安定性を確保できる。また、鍛造加工中の素材強度が確保できて順送り加工の際の取扱い性が確保されるうえ、鍛造加工後の圧力発生室形成板30の強度も確保され、組み立て加工の際の取扱い性が確保される。

【0109】

さらに、上記ニッケルは、伸びが10%であるから、溝状窪部33の鍛造加工に必要な素材55の伸びが十分に確保されているので、塑性流動は十分になされる。また、鍛造加工時に生じる素材55の伸びは、上記伸びの範囲に対してわずかな量であるから、成形各部における弾性復元力を可及的に少なくすることができる。このため、残留応力の少量化にとって有効であり、鍛造加工後の弾性変形を実害のない範囲におさめることができ、溝状窪部33の成形精度の向上や圧力発生室形成板30の湾曲変形の防止に有効である。

【0110】

さらに、上記ニッケル素材は、引っ張り強さが 400 N/mm^2 以上 600 N/mm^2 以下のものが好適であり、 450 N/mm^2 以上 550 N/mm^2 以下のものであればなお好適である。このような強度に設定することにより、溝状窪部33の鍛造加工に必要な素材55の変形量が十分に確保され、十分な塑性流動が生じて隔壁部28の成形が行なわれる。また、鍛造加工中の素材強度が確保できて順送り加工の際の取扱い性が確保されるうえ、鍛造加工後の圧力発生室形成板30の強度も確保され、組み立て加工の際の取扱い性が確保される。しかも、鍛造加工後の圧力発生室形成板30の剛性が確保でき、クロストークが防止され、吐出特性の安定性を確保できる。

【0111】

また、上記ニッケル素材は、ニッケル分が99重量%以上程度のものを用いることができる。その化学成分の一例をあげると、下記のとおりである（単位：重量%）。

Ni	:	99.9	以上
C	:	0.03	以下

S i	:	0 . 0 1	以下
M n	:	0 . 0 3 5	以下
P	:	0 . 0 0 3 0	以下
S	:	0 . 0 0 3 0	以下
C r	:	0 . 0 0 5	以下
M o	:	0 . 0 5	以下
C u	:	0 . 0 5	以下
O	:	0 . 0 0 3 0	以下

【 0 1 1 2 】

図 1 2 に示す圧力発生室形成板を成形したときの上記ニッケルの結晶粒の粒径，硬度，伸び等の設定数値についての評価結果は下記の表 1 に示すとおりである。このときの隔壁部の壁の厚さは図示のとおり 3 1 μ m である。

【 0 1 1 3 】

下記の表 1 からわかるように、隔壁部 2 8 の厚さに対するニッケルの結晶粒の粒径は、8 0 % 未満（2 5 μ m 未満）で比較的良好な結果が得られており、より好適な範囲は 6 0 % 以下（1 8 μ m 以下）である。さらに好適なのは 1 5 % 以上 6 0 % 未満（5 μ m 以上 1 8 μ m 未満）、さらには 1 5 % 以上 5 0 % 未満（5 μ m 以上 1 5 μ m 以下）である。また、1 5 % 以上 6 0 % 未満（粒径 5 ～ 1 8 μ m）でも好結果が得られ、3 0 % 以上 5 0 % 以下（粒径 1 0 ～ 1 5 μ m）においてもより好結果が得られた。そして、最も好結果が得られたのは 1 5 % 以上 3 0 % 未満（5 μ m 以上 1 0 μ m 未満）である。

【 0 1 1 4 】

また、硬度は、H v 1 5 0 以上 1 9 0 未満で好結果が得られ、H v 1 6 0 以上 1 8 0 以下においてより好結果が得られた。また、伸びは 5 % 超 2 0 % 未満で好結果が得られ、1 0 % 以上 2 0 % 未満においてより好結果が得られた。

【表 1】

評価項目	△：一応よい ○：よい ◎：非常によい	
	評価対象値	評価結果
結晶粒の 粒径(μm)	5～10μm	◎
	10～15μm	◎
	15～18μm	○
	18～25μm	△
	25μm以上	×
硬度 (ビッカース 硬度)	150Hv	△
	150～160Hv	○
	160～180Hv	◎
	180～190Hv	○
	190Hv以上	×
伸び(%)	5%以下	×
	5～10%	○
	10～20%	◎
	20～30%	△
	30%以上	×

【0115】

ニッケル製素材 55 は、ニッケルの圧延材であるから、圧延による素材板 55 の厚さが高精度のもとで管理される。そして、このようにして品質管理の行われたニッケル圧延材を鍛造加工の素材板 55 にするので、上記の各数値内における良好な鍛造加工が実現し、高精度の溝状窪部 33 や隔壁部 28 が成形できる。さらに、圧延工程で形成されたニッケルの組織状態に応じて、溝状窪部 33 の長手方向の向き等を選定することにより、より円滑な塑性流動がえられる。

【0116】

上記隔壁部 28 の厚さ T を大きくすると、隔壁部 28 の剛性が確保されてクロストーク

が防止できるが、反面、圧力発生室 2 9 の列設配置密度が低下する。大きな厚さ T を維持したまま圧力発生室 2 9 の列設配置数を所定どおり求めると、今度は圧力発生室 2 9 の幅が狭くなり、圧力発生室 2 9 の必要な容積が確保できなくなり、インクの吐出体積に不足をきたすことになる。このような事情から各部の寸法の最適化が必要になる。上記隔壁部 2 8 の厚さ $T = 31 \mu\text{m}$ に対する隔壁部 2 8 の高さ $H = 45 \mu\text{m}$ の比 H/T は、1.5 であり、隔壁部 2 8 の剛性が低下しない程度の隔壁部 2 8 の高さ H の比が確保できるので、列設された溝状窪部 3 3 の剛性を適正に確保することができる。上記の比は、1.0 ~ 2.1 の範囲内であれば、良好な隔壁部 2 8 の剛性が保持できるが、好ましくは、1.2 ~ 1.8 であり、上記の 1.5 が最善である。

【0117】

上記隔壁部 2 8 の厚さ $T = 31 \mu\text{m}$ に対する上記溝状窪部 3 3 の幅 $W = 0.11 \text{mm}$ の比 W/T は、3.5 あり、必要最小限の隔壁部 2 8 の壁の厚さ T に対して十分な幅の溝状窪部が形成できるので、溝状窪部の容積を所定どおりに確保するとともに、溝状窪部を最も緻密な状態で列設し、単位長さ当たりの溝状窪部の列設数をできるだけ多くすることが可能となる。上記の比は、2.0 ~ 5.0 の範囲内であれば、良好な溝状窪部の列設数がえられるが、好ましくは、2.9 ~ 4.5 であり、上記の 3.5 が最善である。

【0118】

上記隔壁部 2 8 の厚さ $T = 31 \mu\text{m}$ に対する上記溝状窪部 3 3 の深さ $D = 0.1 \text{mm}$ の比 D/T は、3.2 であり、必要最小限の隔壁部 2 8 の壁の厚さ T に対して十分な深さ D の溝状窪部 3 3 が形成できるので、溝状窪部 3 3 の容積を所定どおりに確保するとともに、隔壁部 2 8 に十分な剛性を持たせることができる。上記の比は、2.0 ~ 4.5 の範囲内であれば、良好な溝状窪部 3 3 の容積がえられるが、好ましくは、2.7 ~ 4.0 であり、上記の 3.2 が最善である。

【0119】

上記溝状窪部 3 3 の底面は溝状窪部 3 3 の長手方向に延びる V 字状の形状とされ、その中央部が最深部になっている。この V 字部分の内角 θ は 90 度であり、このような底面形状により溝状窪部 3 3 の容積を十分に拡大することができる。このように深さの方向で容積拡大ができることにより、溝状窪部 3 3 の幅を小さくすることができ、できるだけ多くの溝状窪部 3 3 を列設することができる。上記の内角 θ は、45 ~ 110 度の範囲内であれば、良好な溝状窪部 3 3 の容積がえられるが、好ましくは、72 ~ 100 度であり、上記の 90 度が最善である。

【0120】

上記溝状窪部 3 3 のピッチ寸法は 0.14 mm であり、精密な微細部品であるインクジェット式記録ヘッドの圧力発生室 2 9 を鍛造加工するようになるときに、上記のような数値設定（例えば、結晶粒の粒径が壁の厚さの 60 % 以下等）により、きわめて微細な溝状窪部の成形が可能となる。上記のピッチ寸法は、0.3 mm 以下とすることにより、液体噴射ヘッド等の部品加工等においてより好適な仕上げとなる。好ましくは、0.2 mm 以下であり、上記の 0.14 mm が最善である。

【0121】

上記圧力発生室形成板 3 0 の材料として、ニッケル板が採用されている。こうすることにより、ニッケル自体の線膨張係数が低く熱伸縮の現象が他の部品、例えばノズルプレート 3 1 や弾性板 3 2 と同調して良好に果たされ、また、防錆性にすぐれ、さらに鍛造加工で重要視される展性に富んでいる等、良好な効果がえられる。

【0122】

図 1 2 (B) は連通口 3 4 が形成された箇所断面を示しており、上記のような結晶粒の粒径、硬度、伸び等とされたニッケルに対して図 1 1 に示した連通口形成工程を施すことにより、良好な穴あけ加工ができる。このように穴あけができるのは、穴あけ時に塑性流動がなされつつ打抜かれる素材が少量であるから、その部分に含まれる結晶粒界の量が比較的少なく、ニッケル素材を容易に打抜くことが可能となる。また、打抜かれる連通口の大きさに対して結晶粒の粒径が比較的大きいものとされているので、素材の強度が打抜

きにとって適当な値となり、この点においても打抜きやすい条件となる。図12(B)の場合は、隔壁部28の厚さと連通口34の内径寸法とが略同じであり、したがって、打抜かれる素材量に含まれる結晶粒界の量が少なく、打抜き加工時に雄型の第1連通口形成部56や第2連通口形成部58の成形負荷が少なくなり、雄型の耐久性を高めるのにも有効である。

【0123】

上記のようなニッケル素材は、例えば、つぎのようにしてつくることができる。

【0124】

すなわち、図13に示すように、まず、真空溶解炉において原料ニッケルを溶解し、必要に応じて脱ガス等を行なって鑄造してインゴットを得る。ついで、上記インゴットをプレスにより適当な大きさに分塊する。分塊されたブロック状のインゴットを熱間圧延することにより所定の厚みの板状に成形したのち、表面研削を行なって表面状態を整える。つぎに、冷間粗圧延を行なってさらに厚みを薄くしたのち、軟化焼鈍を行い、冷間粗圧延によって内部に蓄えられた歪を開放して軟化させるとともに、結晶粒径の調整を行なう。そして、最終的な冷間仕上げ圧延を行なって最終厚みの調節を行い圧延方向に切断する条取りを行なって細長い帯状の最終製品を得る。

【0125】

ここで、上記軟化焼鈍の条件は、温度は400℃以上850度以下程度に設定され、時間は数分～数十分程度に設定される。上記焼鈍温度が低すぎたり焼鈍時間が短すぎたりすると十分な軟化が起こらず、上記機械的特性（すなわち硬度、引っ張り強度、伸び等が所定の範囲内であること）の材料に設定することができない。反対に、焼鈍温度が高すぎたり、焼鈍時間が長すぎたりすると、結晶粒が成長しすぎて所望の結晶粒径が得られなくなる。このような観点から、上記焼鈍温度は、550℃以上850℃以下が好適であり、600度以上800℃以下がより好適であり、650℃以上750℃以下が最も好適である。このときの焼鈍時間は、数分～10分以内程度が好適である。

【0126】

本発明の液体噴射ヘッドの製造方法においては、請求項1～11のいずれか一項に記載の寸法、形状を備えた溝状窪部33を圧力発生室形成板30に鍛造加工により成形するものである。

【0127】

したがって、上記のような数値設定、例えば、結晶粒の粒径が壁の厚さの60%以下、ニッケルのビッカース硬度がHv150以上Hv190未満、ニッケルの伸びが5%超20%未満等の条件下で圧力発生室形成板30に鍛造加工を行うことにより、より円滑な塑性流動がえられて、形状精度、寸法精度の高い圧力発生室形成板30が形成され、引いては良好な液体噴射特性を備えた液体噴射ヘッド1が製造できる。また、上述のような数値設定により、鍛造加工パンチの負担が少なくてその耐久性が著しく長期化される。

【0128】

図14～図18は、本発明の液体噴射ヘッドおよびその製法の第2の実施の形態を示す。

【0129】

この製造方法では、圧力発生室形成板30の製造工程における溝状窪部33を形成する溝状窪部形成工程が上記実施の形態と相違する。

【0130】

この実施の形態の溝状窪部形成工程でも、図8に示したような雄型51と図9に示したような雌型52とを用いるが、雌型52の筋状突起54が圧力発生室29のピッチに対して半ピッチだけ圧力発生室29の列設方向にずれて配置されている。

【0131】

すなわち、上記雄型51が第1金型51aであり、また、雌型52が第2金型52aである。第2金型52aに設けられた筋状突起54は、上記突条部53と略同じ長さで突条部53の長手方向と同じ方向に多数設けられ、突条部53と筋状突起54とが対向した位

置関係とされている。このような位置関係なので、第1金型51aと第2金型52aの間で素材(圧力発生室形成板30)が加圧されると、突条部53と筋状突起54の間に存在する素材の加圧量が最も多くなる。

【0132】

そして、溝状窪部形成工程では、まず、図14(a)に示すように、雌型52の上面に素材であるとともに圧力発生室形成板である帯板55を載置し、帯板55の上方に雄型51を配置する。次に、図14(b)に示すように、雄型51を下降させて突条部53の先端部を帯板55内に押し込む。このとき、突条部53の先端部分53aをV字状に尖らせているので、突条部53を座屈させることなく先端部分53aを帯板55内に確実に押し込むことができる。この突条部53の押し込みは、図14(c)に示すように、帯板55の板厚方向の途中まで行う。

【0133】

突条部53の押し込みにより、帯板55の一部分が流動し、溝状窪部33が形成される。ここで、突条部53の先端部分53aがV字状に尖っているため、微細な形状の溝状窪部33であっても、高い寸法精度で作製することができる。すなわち、先端部分53aで押された部分が円滑に流れるので、形成される溝状窪部33は突条部53の形状に倣った形状に形成される。このときに、先端部分53aで押し分けられるようにして流動した素材55は、突条部53のあいだに設けられた空隙部53b内に流入し隔壁部28が成形される。さらに、先端部分53aにおける長手方向の両端も面取りしてあるので、当該部分で押圧された帯板55も円滑に流れる。従って、溝状窪部33の長手方向両端部についても高い寸法精度で作製できる。

【0134】

また、突条部53の押し込みを板厚方向の途中で止めているので、貫通孔として形成する場合よりも厚い帯板55を用いることができる。これにより、圧力発生室形成板30の剛性を高めることができ、インク滴の吐出特性の向上が図れる。また、圧力発生室形成板30の取り扱いも容易になる。

【0135】

また、突条部53で押圧されたことにより、帯板55の一部は隣り合う突条部53、53の空間内すなわち空隙部53b内に隆起する。そして、本発明では、塑性加工の対象素材であるニッケル素材を上記のような数値設定、例えば、結晶粒の粒径が壁の厚さの60%以下、ニッケルのビッカース硬度がHv150以上Hv190未満、ニッケルの伸びが5%超20%未満等とし、そのニッケル素材を、上記のように対向した位置関係の突条部53と筋状突起54との間で塑性加工することから、突条部53と筋状突起54の間の最も多く加圧する部分の素材55の塑性流動が空隙部53bに向って極めて積極的に行われ、突条部53間の空間(空隙部53b)に対して効率よく素材の塑性流動がなされて、隔壁部28を高く形成できる。

【0136】

このような条件下で圧力発生室形成板30に鍛造加工を行うことにより、より円滑な塑性流動がえられて、形状精度、寸法精度の高い圧力発生室形成板30が形成され、引いては良好な液体噴射特性を備えた液体噴射ヘッド1が製造できる。また、上述のような数値設定により、鍛造加工パンチの負担が少なく、その耐久性が著しく長期化されるのである。

【0137】

なお、図14の(d)は実線図示の突条部53と2点鎖線図示の筋状突起54との位置関係を平面的に示したもので、筋状突起54が、上記突条部53と略同じ長さで突条部53の長手方向と同じ方向に多数設けられ、突条部53と筋状突起54とが対向した位置関係とされている。

【0138】

ここで、溝状窪部33の成形精度、とりわけ隔壁部28の成形処理が重要となる。このような要請に応えるために、本発明では、圧力発生室形成板30(素材、帯板、金属素材

板 55) の塑性流動を規制して、適正な隔壁部 28 を成形するようにしている。それと同時に、鍛造加工パンチに第 1 金型と、仮成形金型と仕上げ金型からなる第 2 金型を保有させ、第 2 金型に特殊な形状を付与して、隔壁部 28 の形状の適正化を図っている。

【0139】

図 15～図 18 は、まず最初に、上記第 1 金型と特殊な形状を付与した第 2 金型によって隔壁部 28 や溝状窪部 33 が成形される加工工程を示している。なお、すでに説明された部位と同じ機能を果たす部位については、同一の符号を図中に記載してある。

【0140】

なお、前述の雄型 51 および雌型 52 により帯板 (素材) 55 に塑性加工を行うときには、常温の温度条件下であり、また、以下に説明する塑性加工においても同様に常温の温度条件で塑性加工を行っている。

【0141】

雄型 51 a すなわち第 1 金型に、多数の成形パンチ 51 b が配列されている。溝状窪部 33 を成形するために、この成形パンチ 51 b を細長く変形して、突条部 53 c とされている。そして、この突条部 53 c は、所定ピッチで平行に配列されている。また、隔壁部 28 を成形するために、上記成形パンチ 51 b の間に空隙部 53 b (図 8, 図 14 参照) が設けられている。上記第 1 金型 51 a が素材である圧力発生室形成板 30 (55) に押込まれた状態が、図 16 (C) に示してある。

【0142】

一方、上記雌型 52 a すなわち第 2 金型は、上記突条部 53 c の長手方向における中間部に対応する部分に、突条部 53 c の配列方向に延びる凹部 54 a が設けられている。そして、第 2 金型 52 a には、仮成形金型 63 と仕上げ金型 64 の 2 種類の金型が準備されている。

【0143】

上記第 2 金型 52 a は、仮成形用の仮成形金型 63 と、該仮成形金型 63 による仮成形後に仕上げ加工を行うための仕上げ金型 64 とを有しているので、上記仮成形金型 63 により素材 55 を空隙部 53 b 内に流動させ、その後、仕上げ金型 64 により空隙部 53 b 内における素材 55 の分布を正常な状態に可及的に近づけるので、空隙部 53 b 内への素材流入量が空隙部 53 b の長さ方向において略真直ぐな状態になり、液体噴射ヘッド 1 の圧力発生室 29 の隔壁部 28 として機能させるときに好都合である。

【0144】

このような第 2 金型 52 a の構成や作動を詳細に述べると次のとおりである。

【0145】

上記仮成形金型 63 には上記突条部 53 c に対向するとともにこの突条部 53 c と略同じ長さの筋状突起 54 が形成されている。そして、この筋状突起 54 にはその長さ方向における中間部の高さが低く設定された凹部 54 a が設けられている。図 14 は、多数配列されている筋状突起 54 のなかの 1 つを示す側面図であり、同図 (A) では中央部に円弧状の凹部 54 a が形成されている。

【0146】

上記筋状突起 54 は、図 9 や図 10 に示したものは、高さの低い突条のような部材形状であるが、凹部 54 a を形成するためには、筋状突起 54 に図 16 および図 18 に示すような所要の高さが必要とされている。したがって、このような凹部 54 a が形成された筋状突起 54 は、高さのある「突条」が多数平行に配列されたもので、図 16 では断面形状が先端の尖った楔形状とされている。この楔形状部分の楔角度は、90 度以下の鋭角とされている。なお、筋状突起 54 の配列により谷部 63 a が形成されている。また、圧力発生室形成板 30 (素材 55) の裏面に後述の仮成形工程で成形される隆起部 55 a が図示されている。

【0147】

上記筋状突起 54 の長手方向の凹部 54 a の長さは、筋状突起 54 の長さの約 2/3 以下に設定してある。また、筋状突起 54 のピッチは 0.14 mm である。この筋状突起 5

4 のピッチについては、0.3 mm 以下とすることにより、液体噴射ヘッド等の部品加工等においてより好適な予備成形となる。このピッチは好ましくは 0.2 mm 以下、より好ましくは 0.15 mm 以下である。さらに、筋状突起 54 の少なくとも凹部 54 a の部分は、その表面が平滑に仕上げられている。この仕上げとしては、鏡面仕上げが適しているが、他に例えば、クロム鍍金を施してもよい。

【0148】

上記楔形状部分の稜線部分を削り取るようにして形成されたのが、図 18 の (A) ~ (F) の示すような凹部 54 a である。(A) は前述のように円弧状、(B) は平面で構成された凹部形状、(C) は両端部が小さな曲面とされ大部分が平面とされた凹部形状、(D) は両端部が平坦な傾斜面とされ中央部が平面とされた凹部形状、(E) (F) は凹部の中間部分に隆起形状部 54 b が設けられている凹部形状である。上記のように楔形状部分の稜線部分を削り取って凹部 54 a が形成されているので、凹部 54 a の頂面は図 18 (A2) のように断面で見ると平面となり、凹部全体では細長い円弧面になっている。

【0149】

上記の筋状突起 54 は楔形状で先端部が尖っているが、素材 55 の移動状態等により図 18 (G) に示すように平坦な頂面 54 c または丸みのある先端部の形状にしてもよい。

【0150】

つぎに、上記第 2 金型 52 a の仕上げ金型 64 は、上記仮成形金型 63 による仮成形後に使用されるもので、この仕上げ金型 64 には仮成形金型 63 の筋状突起 54 が除去された平坦面 64 a が形成され、また、仮成形金型 63 の凹部 54 a に対応する箇所に収容凹部 64 b が形成されている。すなわち、仕上げ金型 64 の成形面の幅方向で見て、中央部に収容凹部 64 b が形成され、この収容凹部 64 b の両側に平坦面 64 a が設けられている。

【0151】

そして、楔形の仮成形金型 63 による仮成形ののち、平坦面 64 a と凹部 64 b が存在する仕上げ金型 64 で仕上げ成形することにより、仮成形時の塑性流動で素材 55 がある程度空隙部 53 b 内に流動し、その後の平坦面 64 a による加圧で空隙部 53 b 内での上向きの塑性流動がさらに促進され、十分な高さの隔壁部 28 が成形できる。また、仕上げ金型 64 の凹部 64 b の存在により、圧力発生室 29 の長手方向中央近傍よりも、両端寄りの部分においてより強い加工が行なわれ、圧力発生室 29 の長手方向での隔壁部 28 の高さ寸法の均一性が向上する。

【0152】

上記平坦面 64 a は、図 17 (A) に示すように、上記突条部 53 c の配列方向における端部近傍の箇所が端部に向かって低くなる表面形状となっており、当該徐々に低くなる部分は、上記平坦面 64 a に連続した傾斜面 64 c である。当該端部近傍では列の外側方向への肉の流れが生じて隔壁部 28 の高さが低くなりがちであるが、平坦面 64 a の突条部 53 c の配列方向における端部近傍の箇所に、徐々に下り傾斜する傾斜面 64 c を設けたことから、仕上げ成形後における隔壁部 28 の圧力発生室 29 列設方向の高さ寸法の均一性が向上する。

【0153】

そして、本発明では、塑性加工の対象素材であるニッケル素材を上記のような数値設定、例えば、結晶粒の粒径が壁の厚さの 60 % 以下、ニッケルのビッカース硬度が Hv 150 以上 Hv 190 未満、ニッケルの伸びが 5 % 超 20 % 未満等とし、そのニッケル素材を、上記のように仮成形金型 63 による仮成形のあとに仕上げ金型 64 による加圧を行なうことから、仮成形時の楔打ち込み効果による空隙部 53 b 内の塑性流動や、仕上げ成形時の加圧による空隙部 53 b 内の塑性流動が促進され、十分な高さの隔壁部 28 が成形できるのである。

【0154】

このような条件下で圧力発生室形成板 30 に鍛造加工を行うことにより、より円滑な塑性流動がえられて、形状精度、寸法精度の高い圧力発生室形成板 30 が形成され、引いて

は良好な液体噴射特性を備えた液体噴射ヘッド1が製造できる。また、上述のような数値設定により、鍛造加工パンチの負担が少なくその耐久性が著しく長期化されるのである。

【0155】

上記第1金型51aと第2金型52aは、金型が進退動作をする通常の鍛造加工装置（図示していない）に固定され、両金型51aと52aのあいだに圧力発生室形成板30（55）を配置して、順次加工がなされる。また、第2金型52aは仮成形金型63と仕上げ金型64が組になって構成されているので、仮成形金型63と仕上げ金型64を順送り式の鍛造加工装置に隣合わせて配列し、圧力発生室形成板30（55）を順次移行させるのが適当である。

【0156】

図19に例示した記録ヘッド1'は、本発明を適用することのできる事例であり、圧力発生素子として発熱素子61を用いたものである。この例では、上記の弾性板32に代えて、コンプライアンス部46とインク供給口45とを設けた封止基板62を用い、この封止基板62によって圧力発生室形成板30における溝状窪部33側を封止している。また、この例では、圧力発生室29内における封止基板62の表面に発熱素子61を取り付けている。この発熱素子61は電気配線を通じて給電されて発熱する。なお、圧力発生室形成板30やノズルプレート31等、その他の構成は上記実施形態と同様であるので、その説明は省略する。

【0157】

この記録ヘッド1'では、発熱素子61への給電により、圧力発生室29内のインクが突沸し、この突沸によって生じた気泡が圧力発生室29内のインクを加圧する。この加圧により、ノズル開口48からインク滴が吐出される。そして、この記録ヘッド1'でも、圧力発生室形成板30を金属の塑性加工で作製しているので、上記した実施形態と同様の作用効果を奏する。

【0158】

また、連通口34に関し、上記実施形態では、溝状窪部33の一端部に設けた例を説明したが、これに限らない。例えば、連通口34を溝状窪部33における長手方向略中央に形成して、溝状窪部33の長手方向両端にインク供給口45及びそれと連通する共通インク室14を配置してもよい。このようにすることによりインク供給口45から連通口34に至る圧力発生室29内におけるインクの淀みを防止できるので、好ましい。

【0159】

上述の実施の形態は、インクジェット式記録装置に使用される記録ヘッドであるが、本発明における液体噴射ヘッドは、インクジェット式記録装置用のインクだけを対象にするのではなく、グルー、マニキュア、導電性液体（液体金属）等を噴射することができる。

【0160】

上記のようにニッケルの結晶粒の粒径が、壁の厚さの60%以下であることにより、結晶粒の粒径が上記空隙部の幅を下回っていると同時に、粒径は壁の厚さに対して過小でもなく過大でもない領域におかれているので、微細な空隙部内への結晶粒の流動が円滑になされ、良好な溝状窪部の成形が行える。

【0161】

さらに、壁の厚さ方向で見た結晶粒の配列個数は多くて2個強、少なくとも2個未満となり結晶粒の個数が異常に多くなるものではないので、上記空隙部内への塑性流動が円滑になされる。もし、結晶粒の上記配列個数が多い側の上記個数を上回る場合には、壁の厚さに対する結晶粒の増加により、結晶粒界が隔壁部において増量することになるので、塑性変形性（転位の運動）が低下し、空隙部内への塑性流動性が低下して微細な隔壁部の塑性加工に支障を来すことになり、所定形状、所定寸法の溝状窪部がえにくくなる。

【0162】

逆に、もし、結晶粒の上記配列個数が少ない側の上記個数を下回る場合には、塑性流動は良好に果たされるが、結晶粒の大きさが隔壁部にとっては過大になり、それにとまなう

ニッケル材の強度低下のため、かえって微細な隔壁部を高精度に加工することが困難となる。

【0163】

本発明によれば、結晶粒の配列個数に換算すると上記のような範囲の値になるので、上記のように良好な塑性流動がえられて、所定の形状精度、寸法精度の溝状窪部が成形できるのである。また、結晶粒の粒径に注目した上記の数値（隔壁部の壁の厚さの60%以下）により、塑性流動が円滑になされるので、溝状窪部を成形する鍛造加工パンチの割れや素材の焼き付き等が防止されて、耐久性が大幅に向上するうえ、微細形状部の成形性を良好なものとしているのである。

【図面の簡単な説明】

【0164】

【図1】 インクジェット式記録ヘッドの分解斜視図である。

【図2】 インクジェット式記録ヘッドの断面図である。

【図3】 (A) 及び (B) は、振動子ユニットを説明する図である。

【図4】 圧力発生室形成板の平面図である。

【図5】 圧力発生室形成板の説明図であり、(a) は図4におけるX部分の拡大図、(b) は(a) におけるA-A断面図、(c) は(a) におけるB-B断面図である。

【図6】 弾性板の平面図である。

【図7】 弾性板の説明図であり、(a) は図6におけるY部分の拡大図、(b) は(a) におけるC-C断面図である。

【図8】 (a) 及び (b) は、溝状窪部の形成に用いる雄型を説明する図である。

【図9】 (a) 及び (b) は、溝状窪部の形成に用いる雌型を説明する図である。

【図10】 (a) ~ (c) は、溝状窪部の形成を説明する模式図である。

【図11】 (a) ~ (c) は、連通口の形成を説明する模式図である。

【図12】 溝状窪部の部分を示す断面図である。

【図13】 ニッケル素材の製造工程を説明する工程図である。

【図14】 (a) ~ (d) は、溝状窪部の形成方法の第2例を説明する模式図である。

【図15】 上記第2例における金型と素材との関係を示す斜視図である。

【図16】 上記第2例における仮成形の進行状態を示す斜視図と断面図である。

【図17】 上記第2例における仕上げ成形の進行状態を示す斜視図と断面図である。

【図18】 上記第2例における筋状突起の凹部形状を示す側面図と断面図である。

【図19】 変形例のインクジェット式記録ヘッドを説明する断面図である。

【符号の説明】

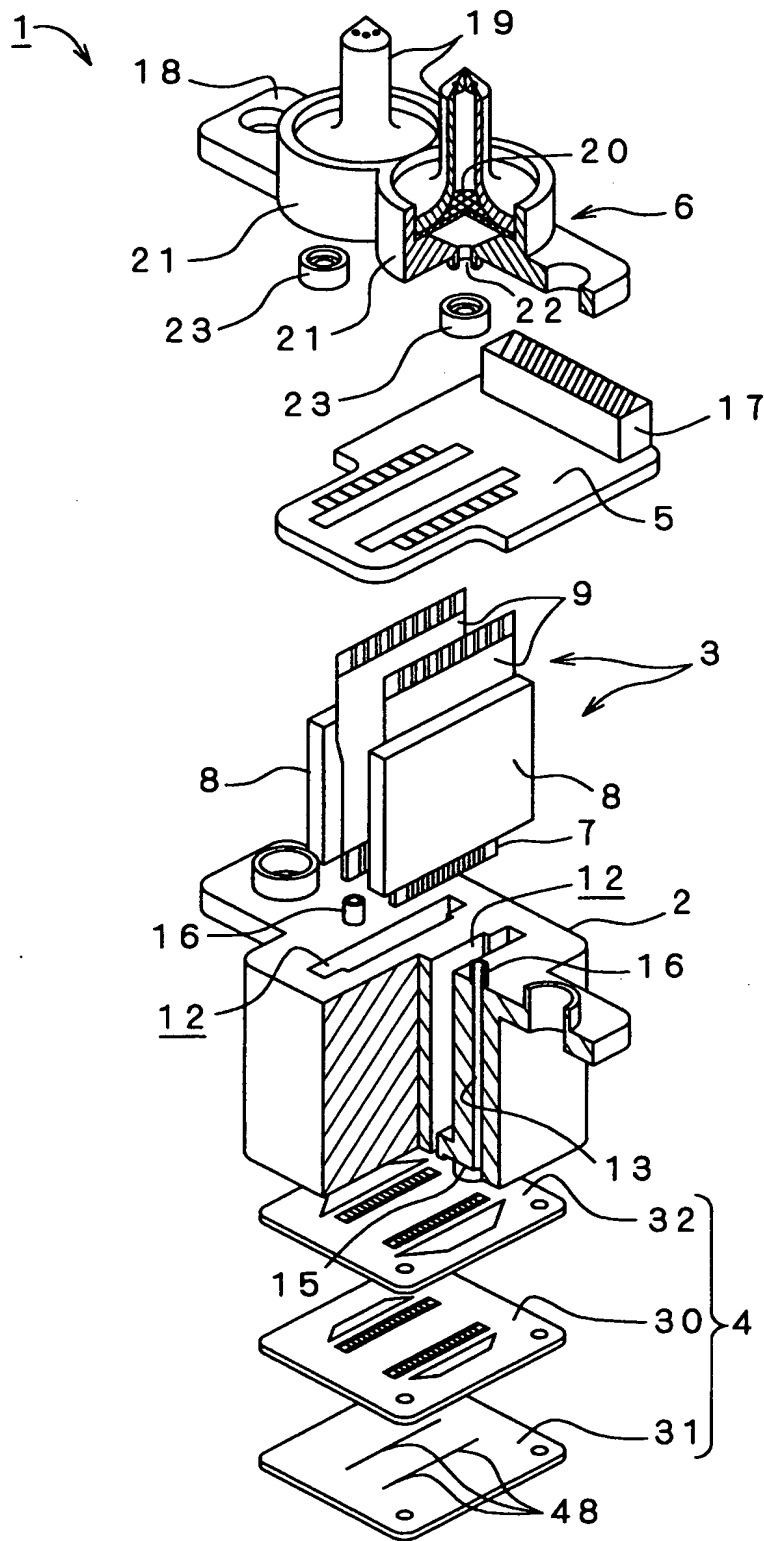
【0165】

- 1 インクジェット式記録ヘッド
- 1' インクジェット式記録ヘッド
- 2 ケース
- 3 振動子ユニット
- 4 流路ユニット
- 5 接続基板
- 6 供給針ユニット
- 7 圧電振動子群
- 8 固定板
- 9 フレキシブルケーブル
- 10 圧電振動子
- 10a ダミー振動子
- 10b 駆動振動子
- 11 制御用IC

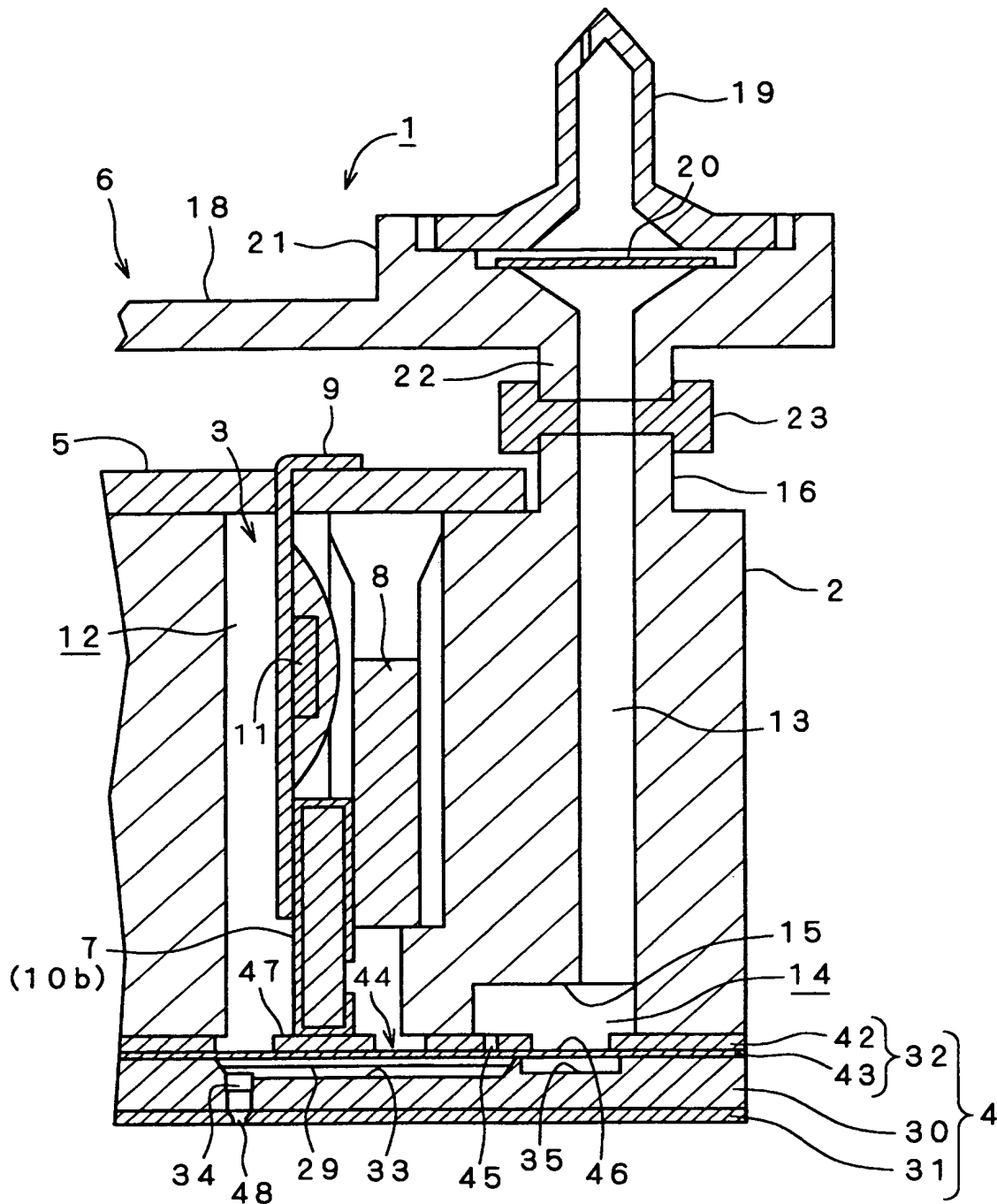
- 1 2 収納空部
- 1 3 インク供給路
- 1 4 共通インク室
- 1 5 先端凹部
- 1 6 接続口
- 1 7 コネクタ
- 1 8 針ホルダ
- 1 9 インク供給針
- 2 0 フィルタ
- 2 1 台座
- 2 2 インク排出口
- 2 3 パッキン
- 2 8 隔壁部
- 2 9 圧力発生室
- 3 0 圧力発生室形成板
- 3 1 ノズルプレート
- 3 2 弾性板
- 3 3 溝状窪部
- 3 4 連通口
- 3 5 逃げ凹部
- 3 6 ダミー窪部, ダミー圧力発生室
- 3 7 第 1 連通口
- 3 8 第 2 連通口
- 3 9 ダミー連通口
- 4 0 第 1 ダミー連通口
- 4 1 第 2 ダミー連通口
- 4 2 支持板
- 4 3 弾性体膜
- 4 4 ダイヤフラム部
- 4 5 インク供給口
- 4 6 コンプライアンス部
- 4 7 島部
- 4 8 ノズル開口
- 5 1 第 1 雄型, 鍛造加工パンチ
- 5 1 a 第 1 金型
- 5 1 b 成形パンチ
- 5 1 c 二股部
- 5 2 雌型
- 5 2 a 第 2 金型
- 5 3 突条部
- 5 3 a 先端部分
- 5 3 b 空隙部
- 5 3 c 突条部
- 5 4 筋状突起
- 5 4 a 凹部
- 5 4 b 隆起形状部
- 5 4 c 頂面
- 5 5 帯板, 素材, 金属素材板, (圧力発生室形成板)
- 5 5 a 隆起部
- 5 6 第 1 連通口形成部

5 7	第 2 雄型
5 8	第 2 連通口形成部
5 9	第 3 雄型
6 1	発熱素子
6 2	封止基板
6 3	仮成形金型
6 3 a	谷部
6 4	仕上げ金型
6 4 a	平坦面
6 4 b	収容凹部
6 4 c	傾斜面
7 5	凹条
T	隔壁部の厚さ寸法
H	隔壁部の高さ寸法
W	溝状窪部の幅寸法
D	溝状窪部の深さ寸法
θ	V 型底部の内角

【書類名】 図面
【図 1】

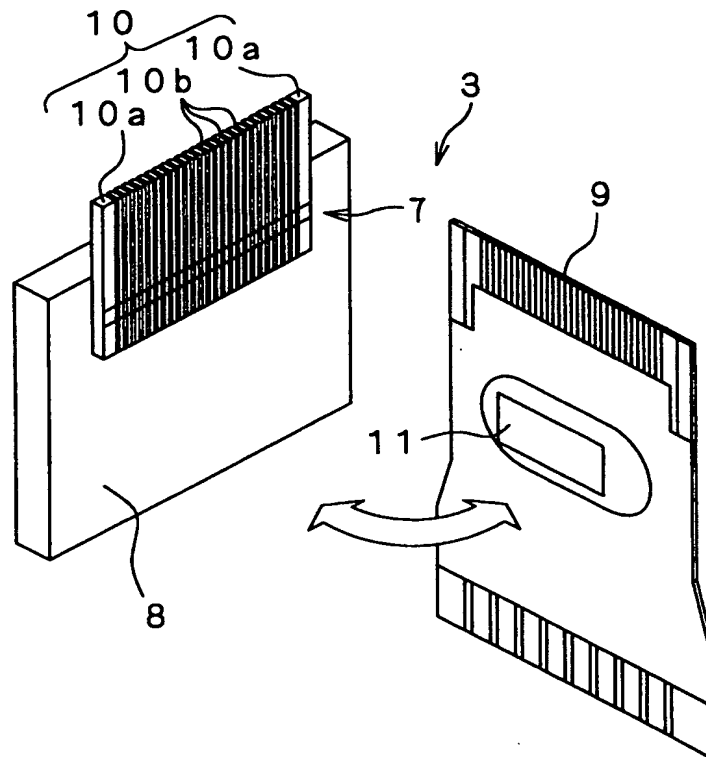


【図 2】

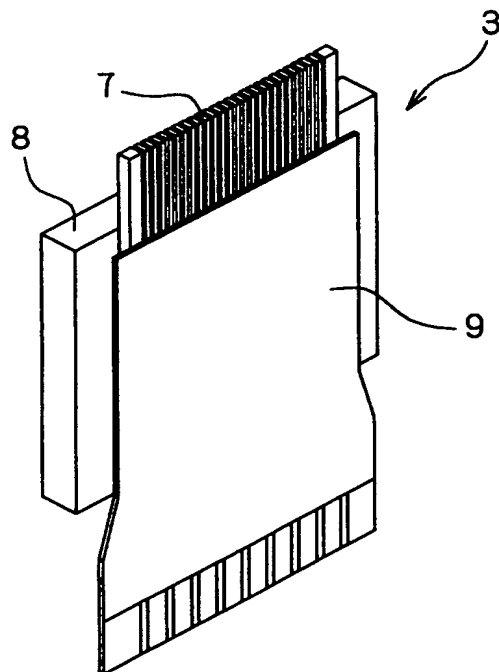


【図 3】

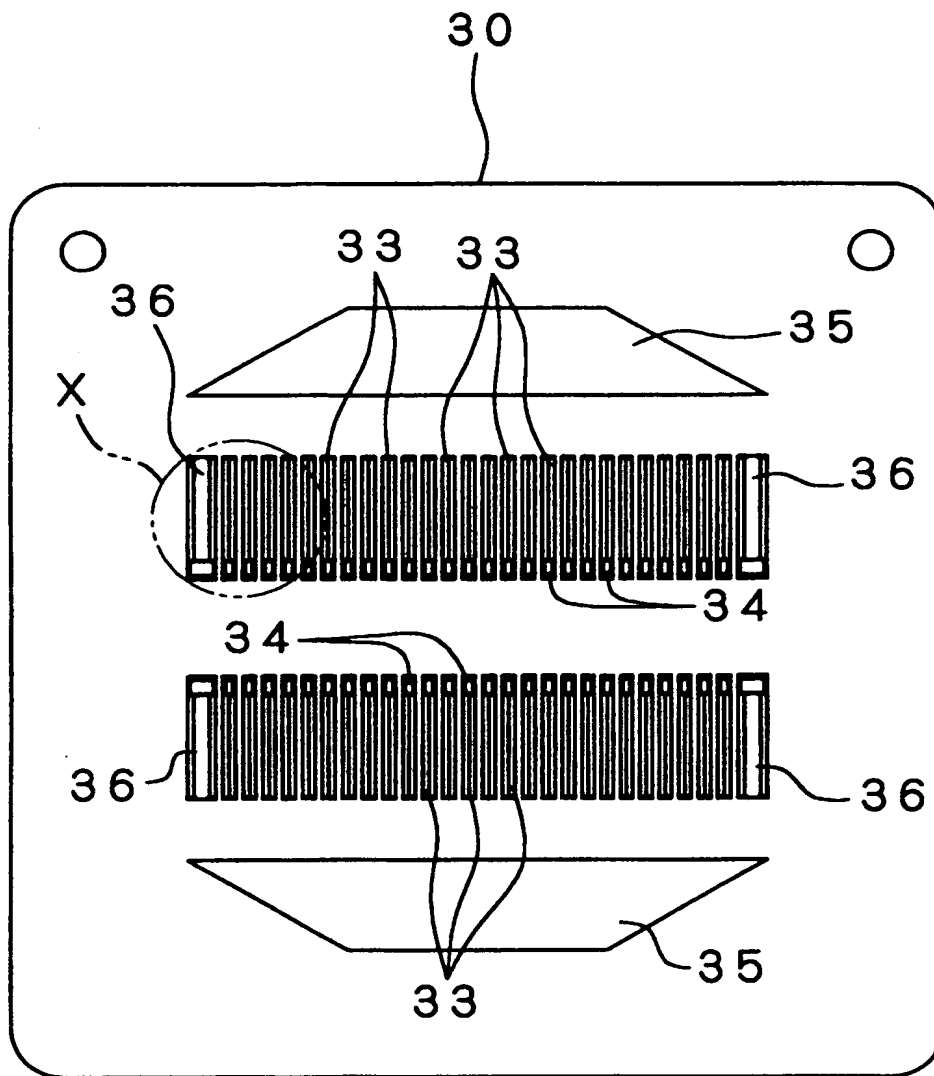
(A)



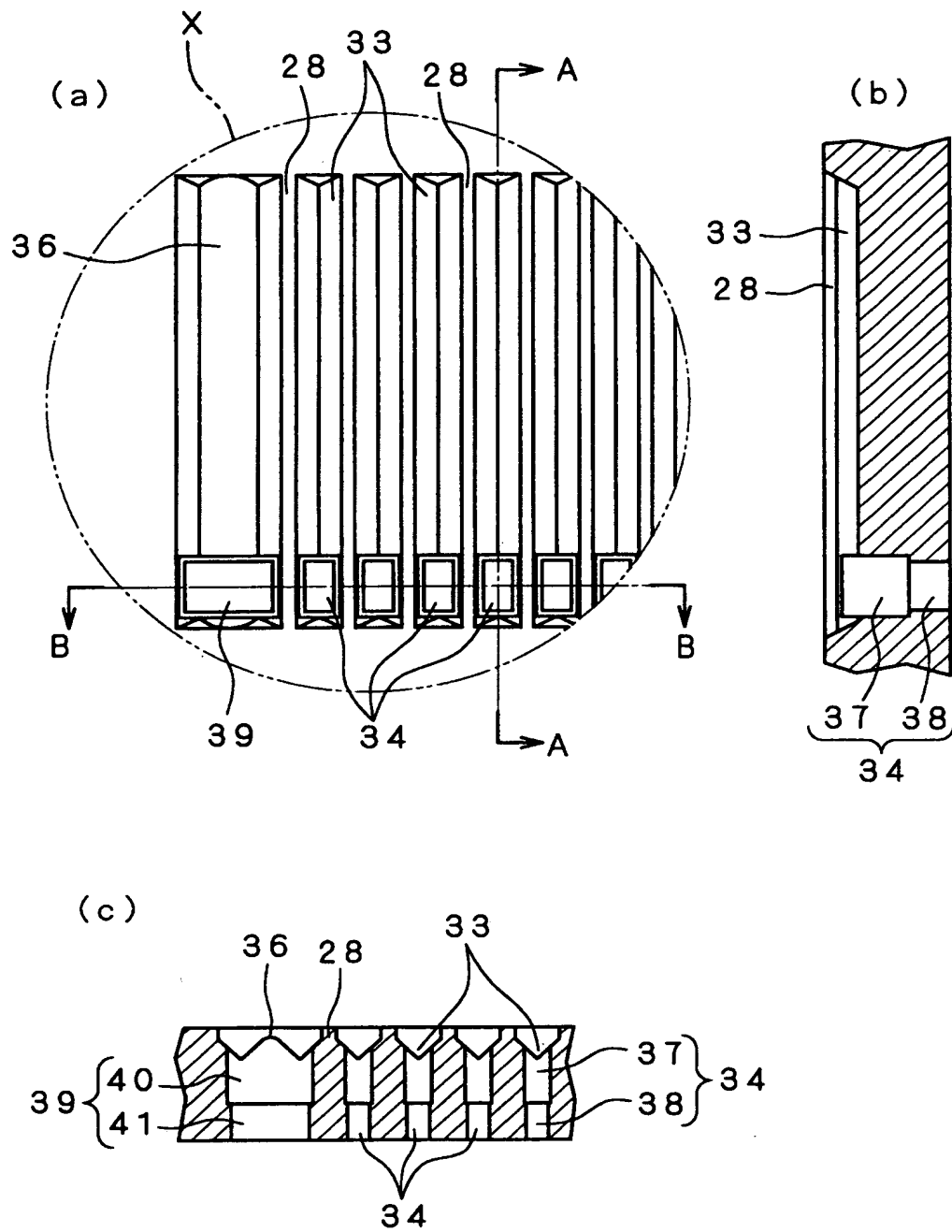
(B)



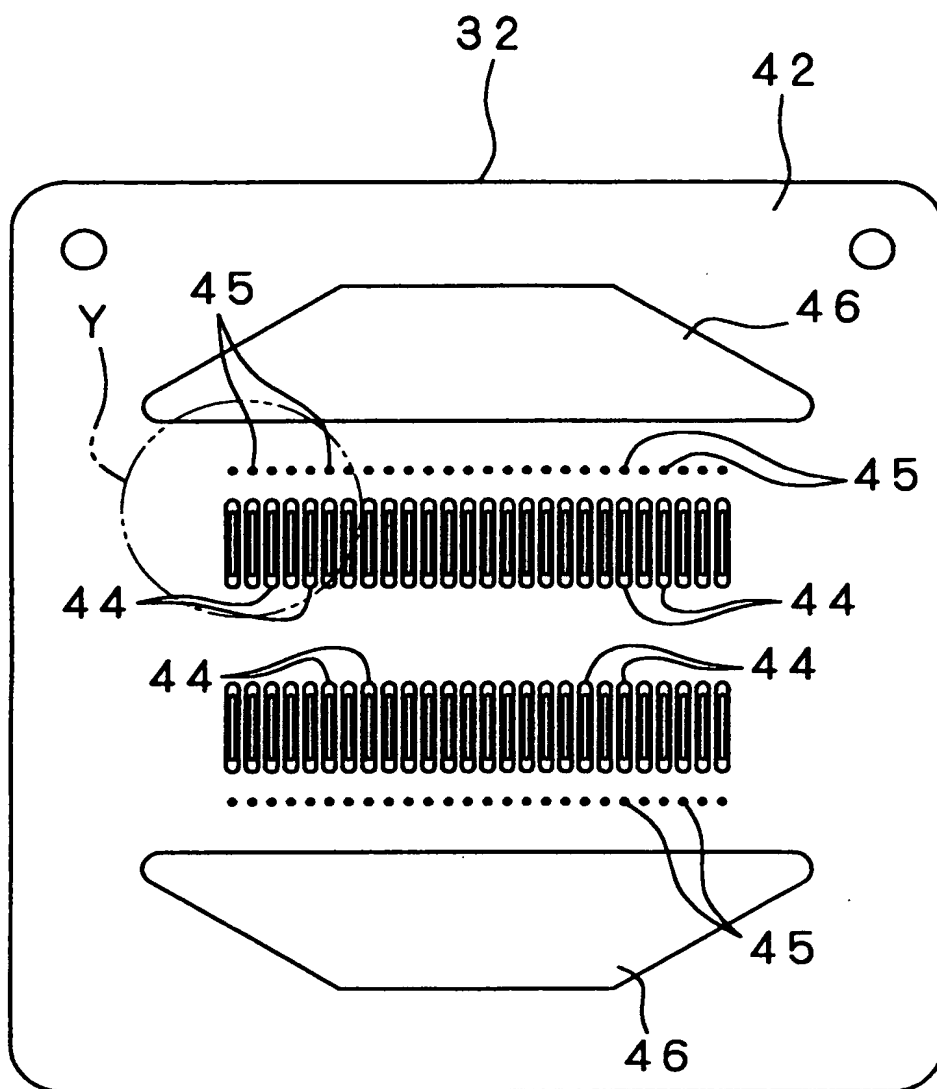
【図 4】



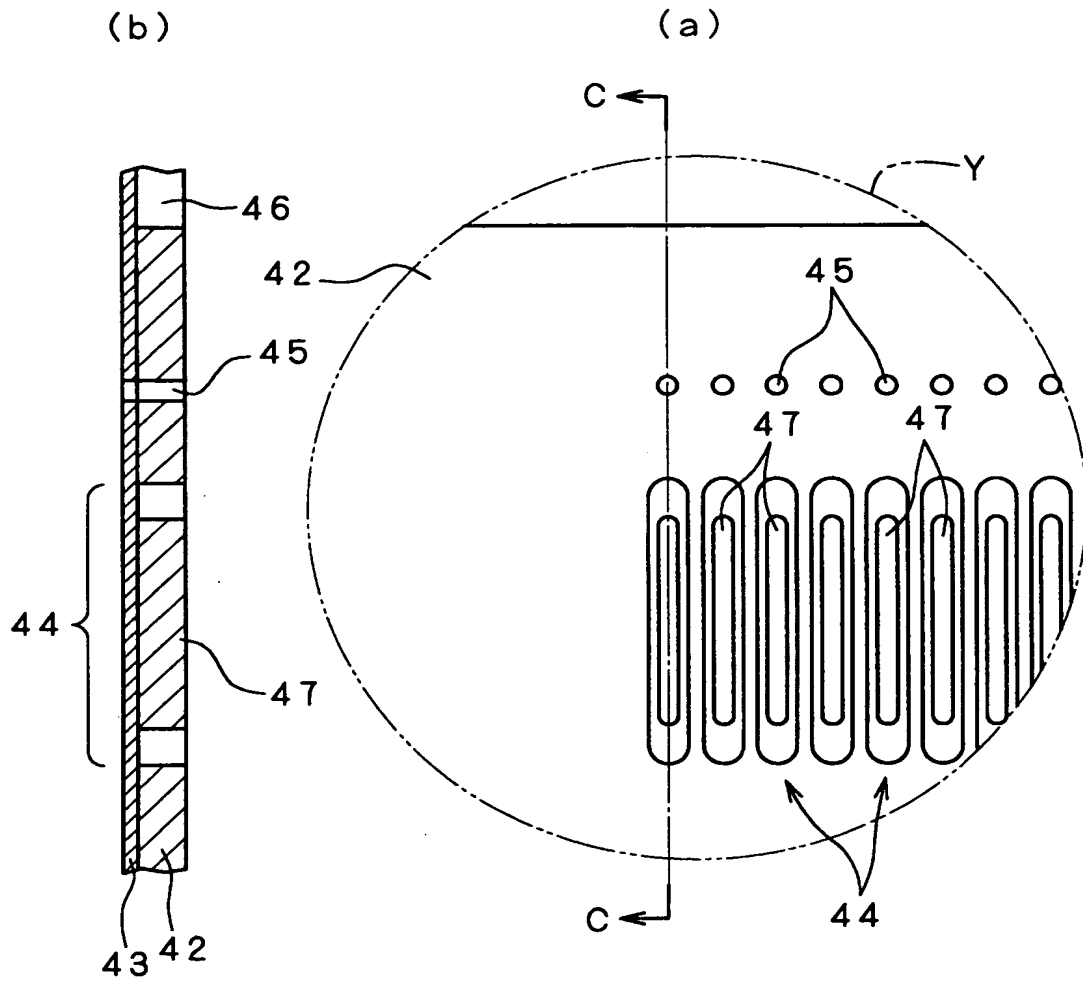
【図 5】



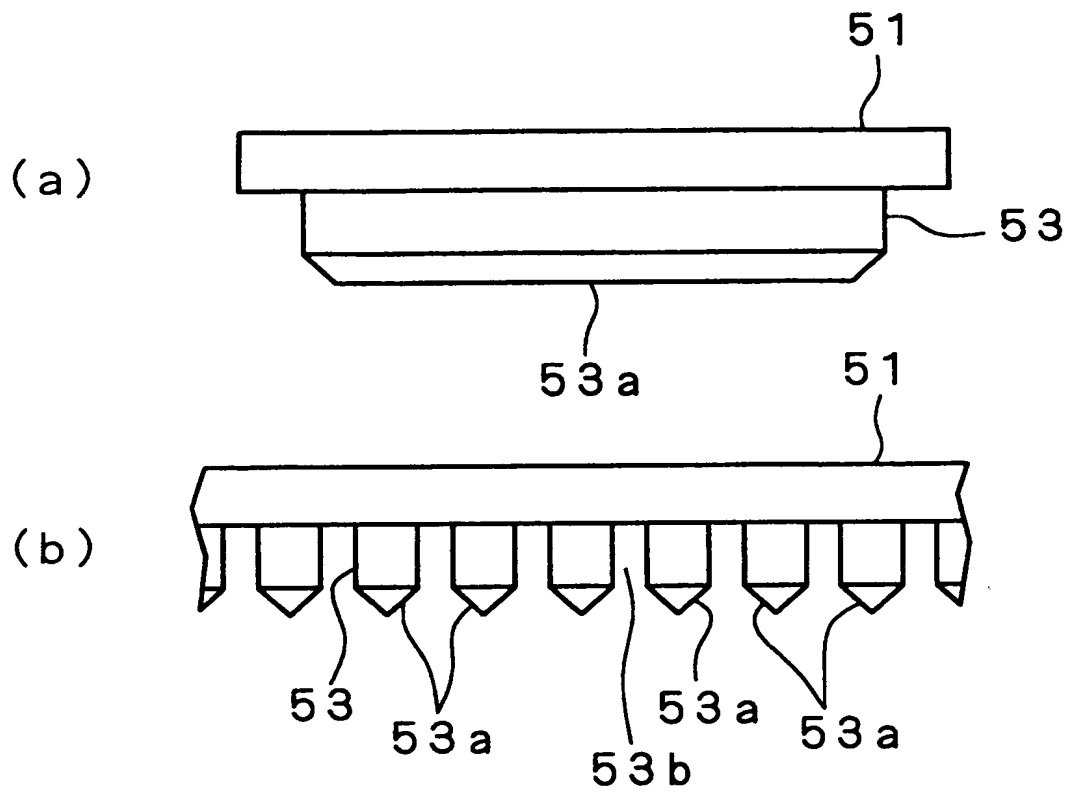
【図 6】



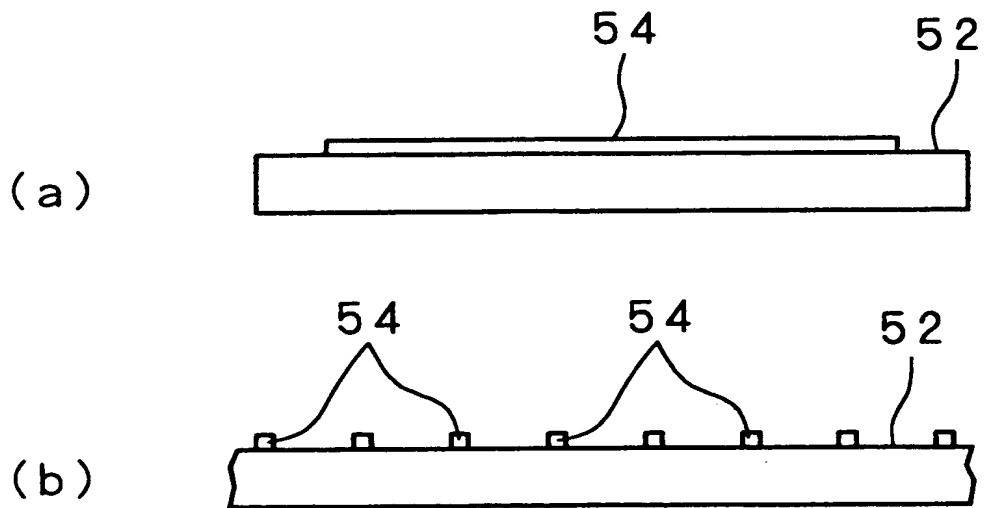
【図 7】



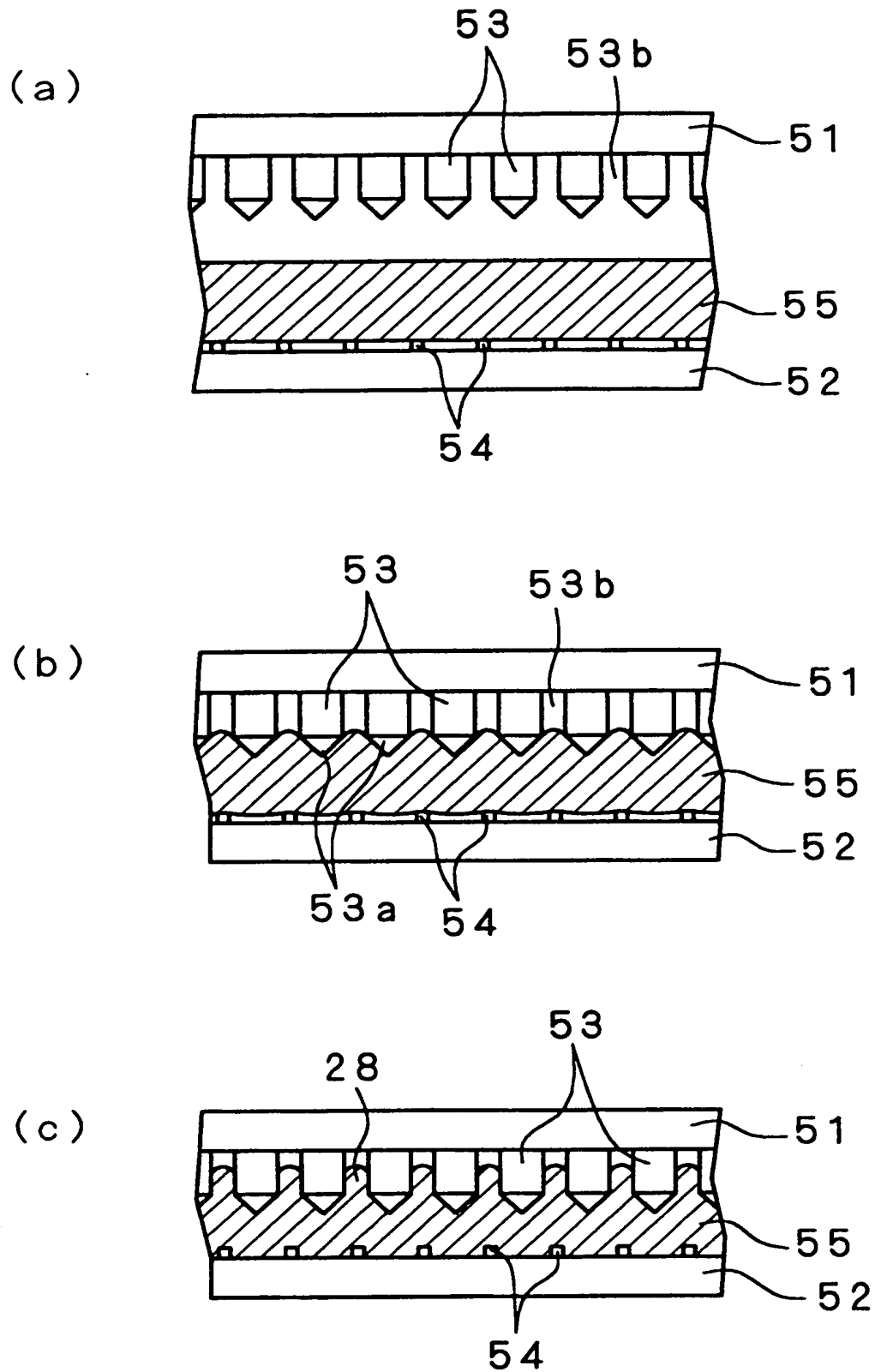
【図 8】



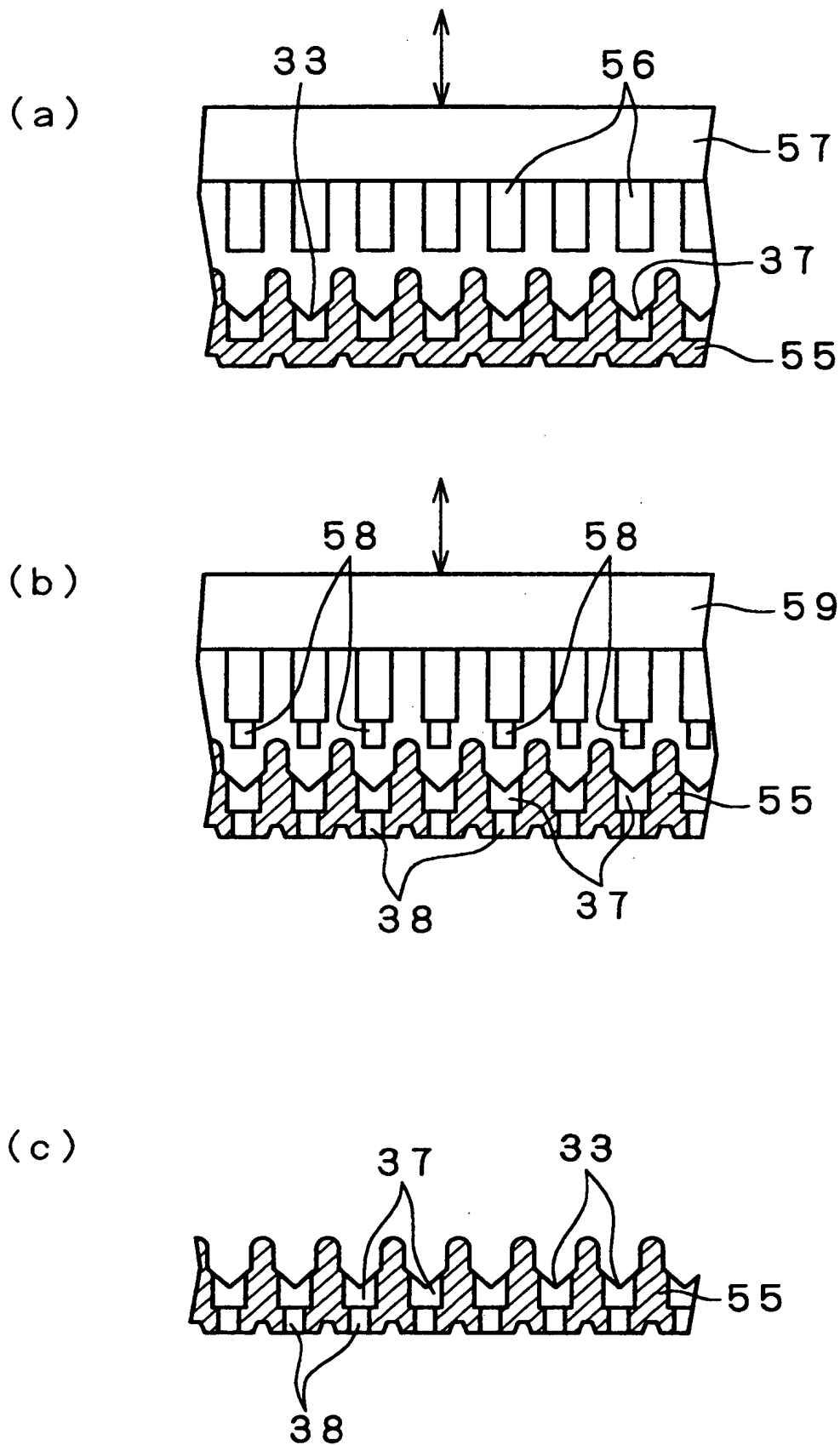
【図 9】



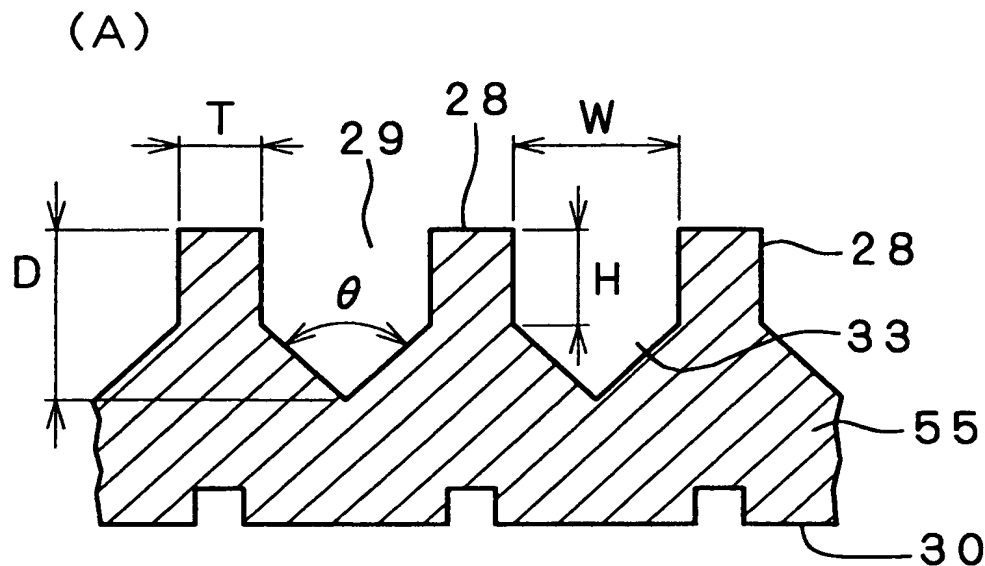
【図10】



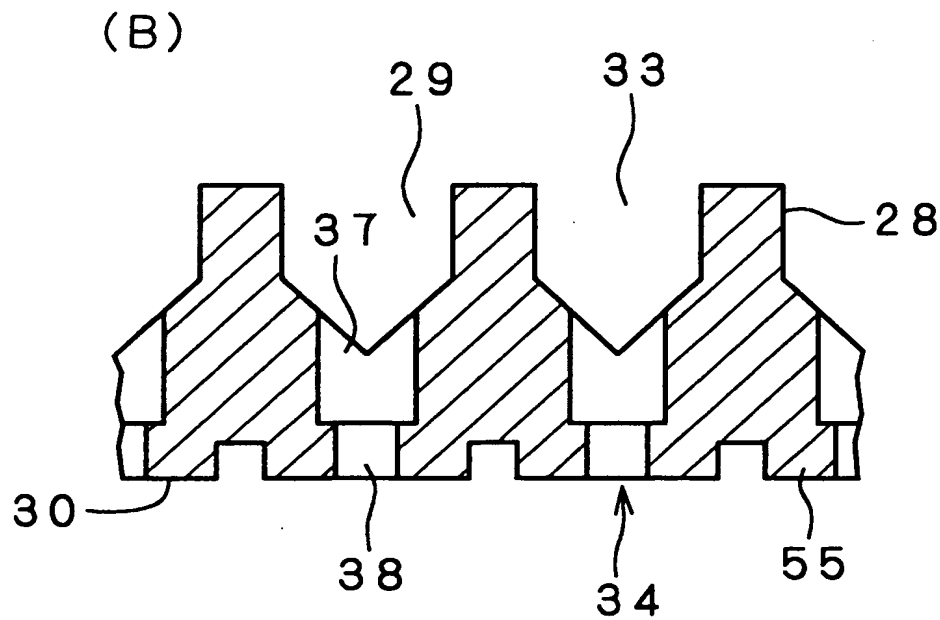
【図 11】



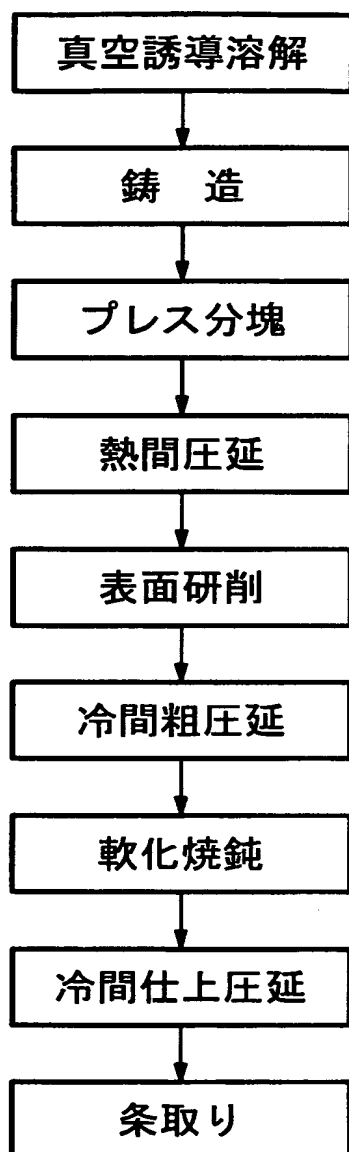
【図 12】



$T=31\ \mu\text{m}$, $H=45\ \mu\text{m}$, $W=0.11\ \text{mm}$, $D=0.1\ \text{mm}$
 $\theta=90^\circ$

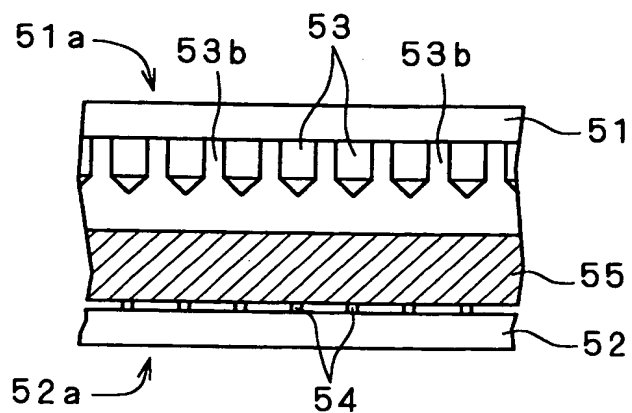


【図 1 3】

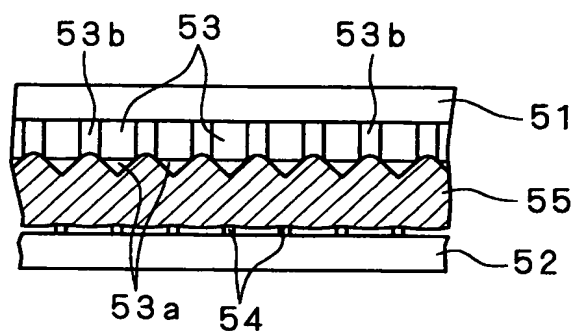


【図 14】

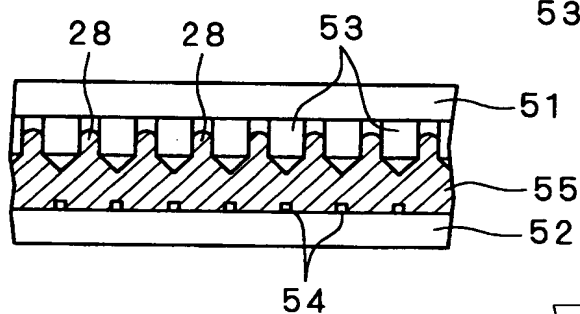
(a)



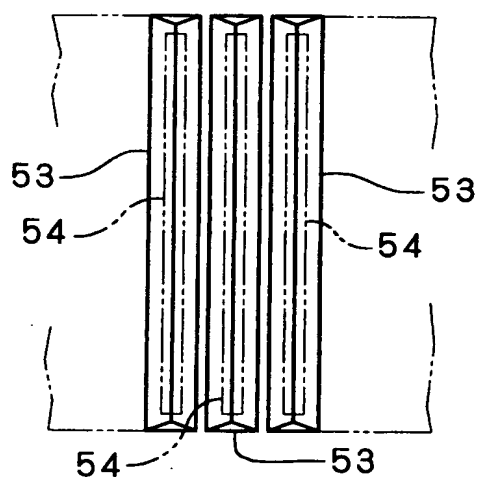
(b)



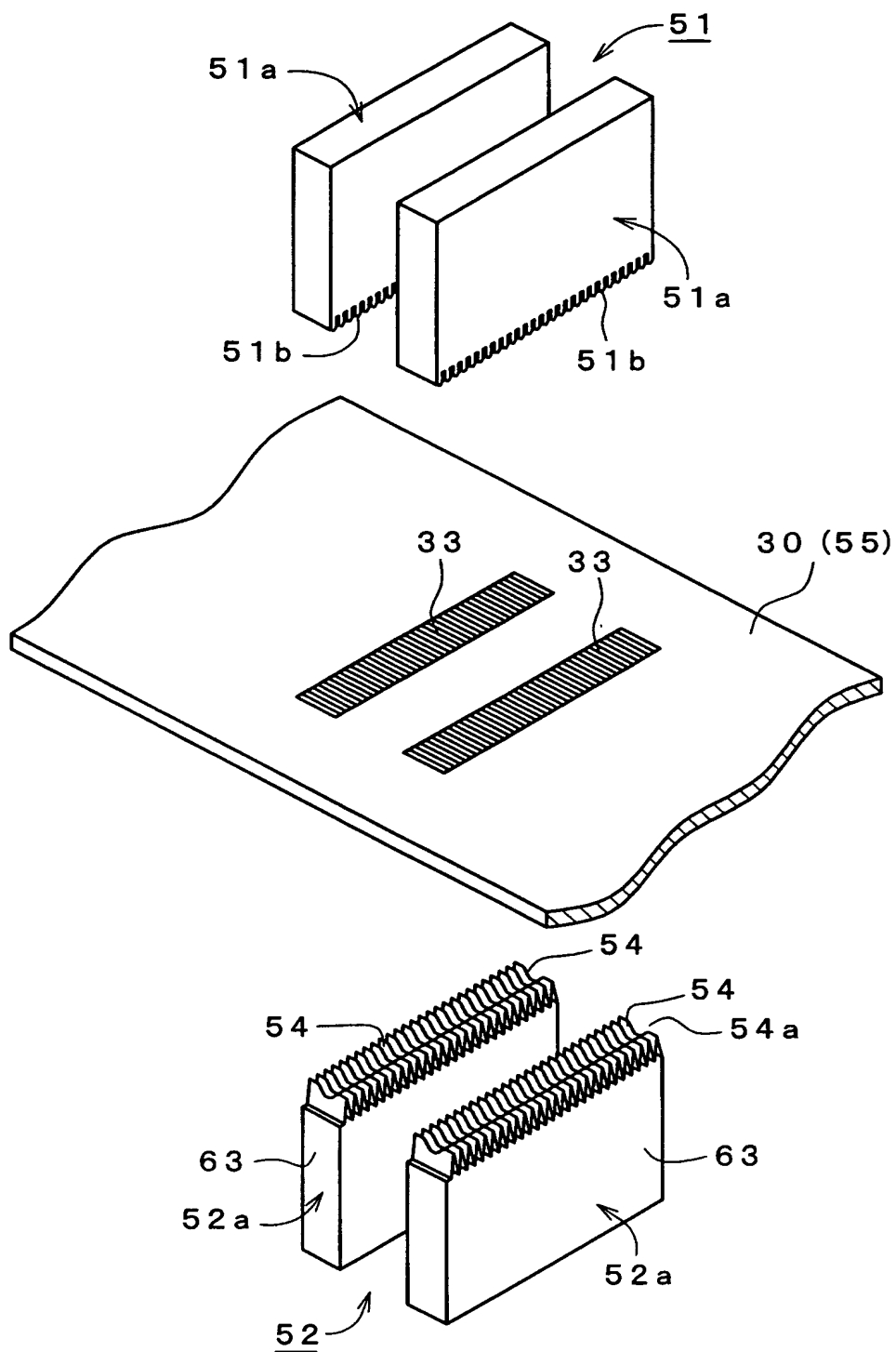
(c)



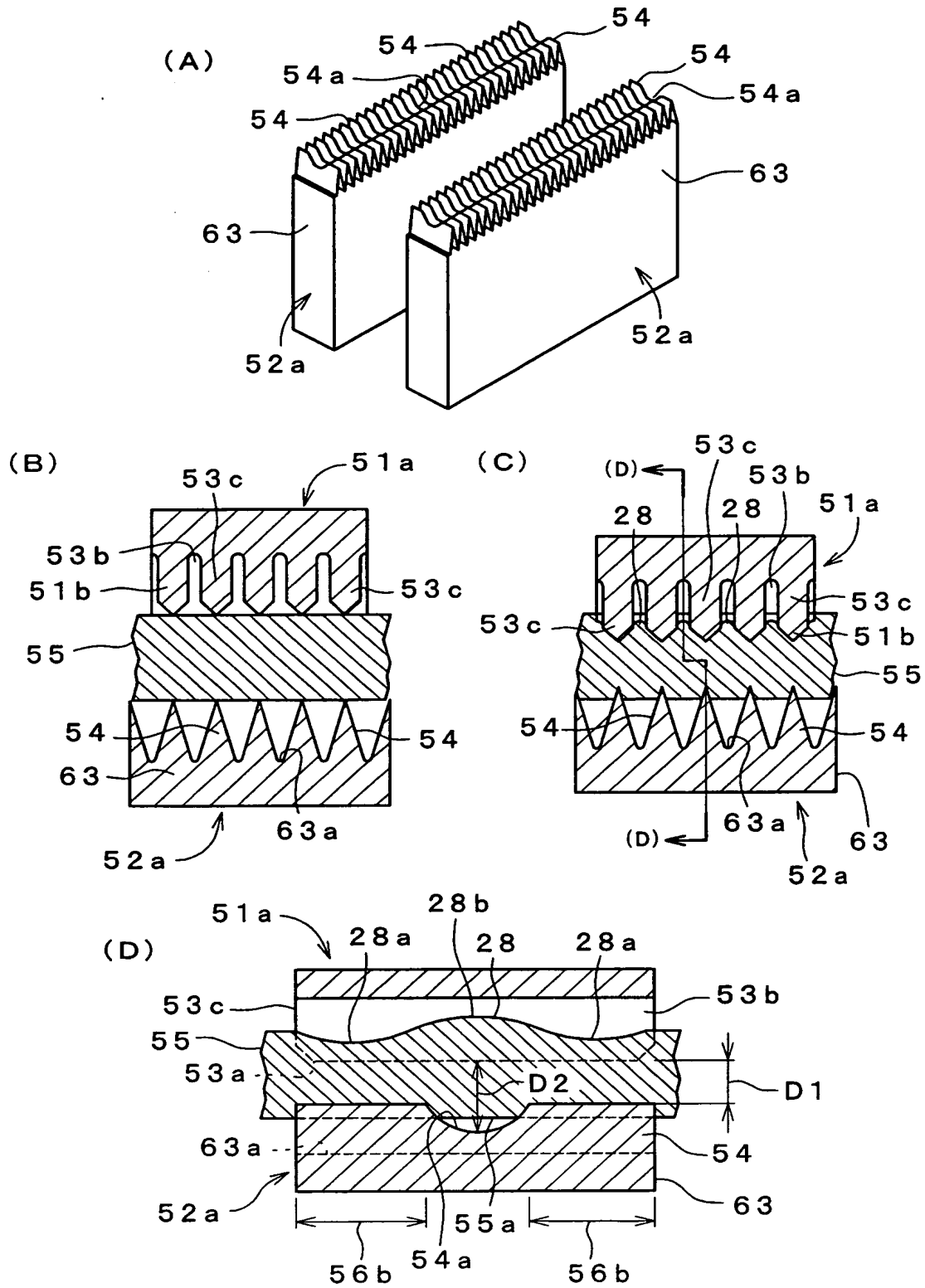
(d)



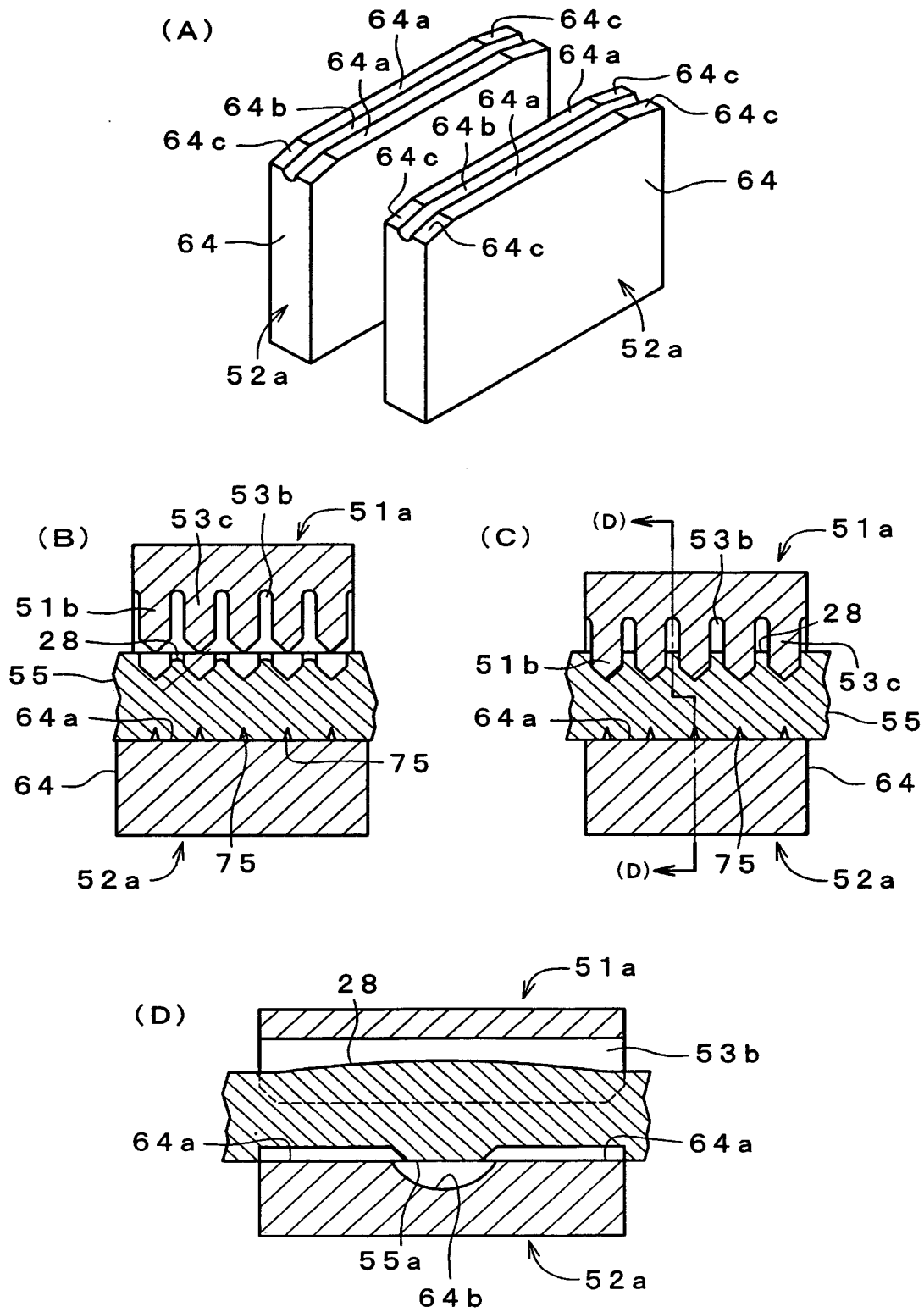
【図 15】



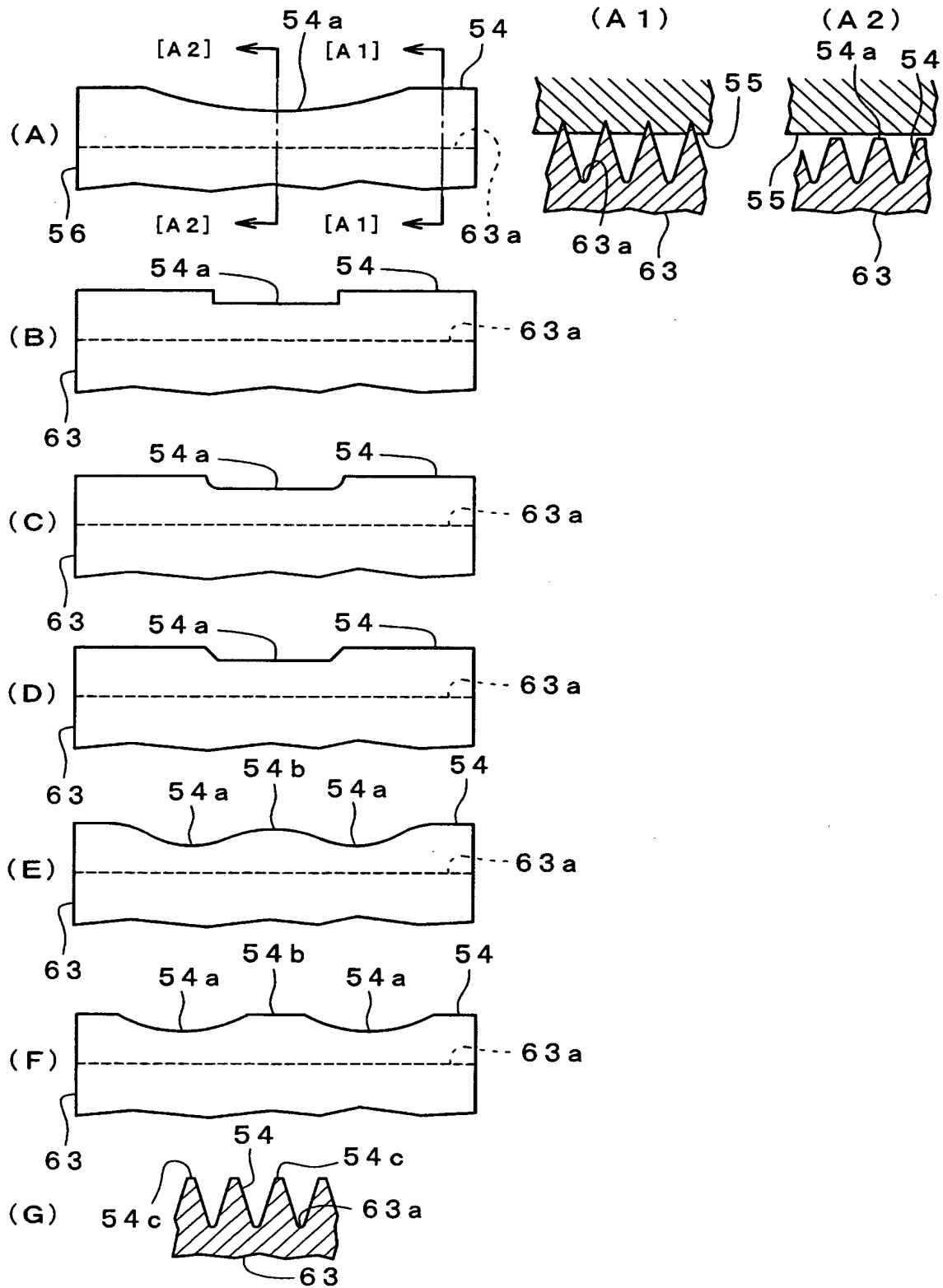
【図 16】



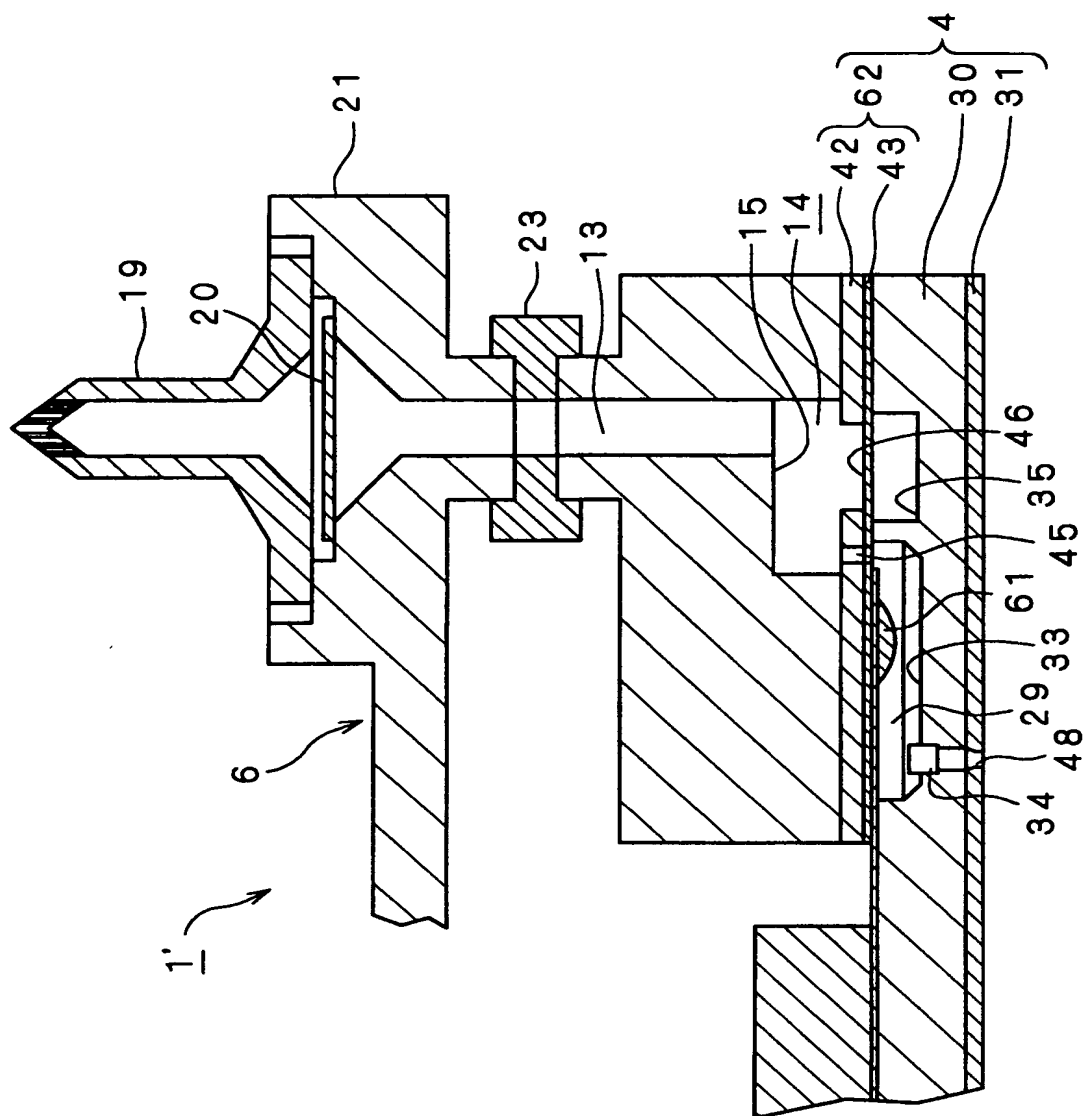
【図 17】



【図 18】



【図 19】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 圧力発生室形成板用金属材料の材料的特質のなかから溝状窪部にとって最良の特性値を見極めて、よりすぐれた鍛造加工を行う液体噴射ヘッドおよびその製造方法を提供する。

【解決手段】 溝状窪部 3 3 が隔壁部 2 8 を介して溝状窪部 3 3 の幅方向に列設されたニッケル製の圧力発生室形成板 3 0 と、ノズル開口 4 8 を穿設した金属製のノズルプレート 3 1 と、溝状窪部 3 3 の開口面を封止する金属製の封止板とを備えた流路ユニット 4 を有する液体噴射ヘッド 1 であって、ニッケルの結晶粒の粒径が隔壁部 2 8 の厚さの 6 0 % 以下である。結晶粒の粒径が雄型 5 1 の空隙部 5 3 b の幅を下回っていると同時に、粒径は壁の厚さ T に対して過小でもなく過大でもない領域におかれているので、微細な空隙部 5 3 b 内への結晶粒の流動が円滑になされ、良好な溝状窪部 3 3 の成形が行える。

【選択図】 図 1 2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 2 9 0 6 4 3
受付番号	5 0 3 0 1 3 2 4 2 9 1
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0 0 9 1
作成日	平成 1 5 年 8 月 2 8 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 8月 8日
【特許出願人】	
【識別番号】	000002369
【住所又は居所】	東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号
【氏名又は名称】	セイコーエプソン株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100095728
【住所又は居所】	長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社 知的財産本部内
【氏名又は名称】	上柳 雅誉
【選任した代理人】	
【識別番号】	100107076
【住所又は居所】	長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社 知的財産本部内
【氏名又は名称】	藤網 英吉
【選任した代理人】	
【識別番号】	100107261
【住所又は居所】	長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社 知的財産本部内
【氏名又は名称】	須澤 修

特願 2003-290643

出願人履歴情報

識別番号

[000002369]

1. 変更年月日

1990年 8月20日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

氏 名

セイコーエプソン株式会社